D. Tănase P. Podăreanu

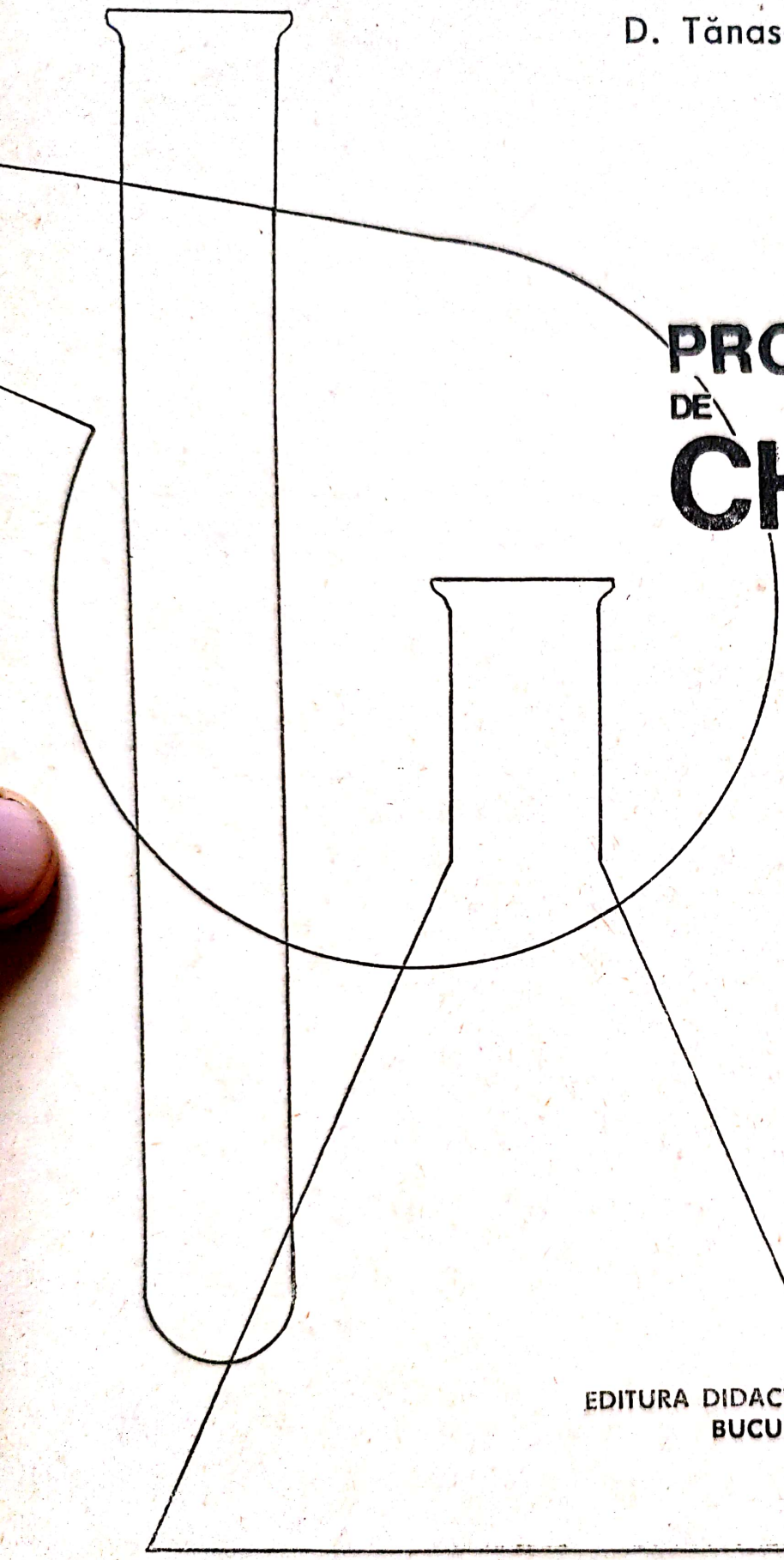
PROBLEME DE CHIMIE

pentru licee

Editura didactică și pedagogică
București

Scanned with OKEN Scanner

D. Tănase P. Podăreanu



PROBLEME DE CHIMIE

Pentru licee

Ediția a III-a

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI, 1973

Scanned with OKEN Scanner

Cuprins

I. Masa atomică și masa moleculară 7

II. Legea conservării masei substanțelor. Legea proporțiilor definite. Legea proporțiilor multiple . 14

III. Simbol. Formulă chimică 22

IV. Echivalenții 31

V. Ecuația chimică . . . 37

VI. Echilibrele chimice . . 46

VII. Oxizi — acizi — baze — săruri 58
Oxizi 58
Acízi — baze — săruri . 61

VIII. Legile gazelor 82

IX. Solubilitatea substanțelor 93

X. Cristalohidrați 100

XI. Concentrația soluțiilor 103
a. Soluții procentuale 105
b. Soluții molare . . 109
c. Soluții normale . 111

XII. Structura atomului. Formarea ionilor. Legături chimice 115

XIII. Electrochimia I 124

XIV. Reacții de oxido-reducere 135
Exemple de reacții . 136
Stabilirea ecuațiilor reacțiilor de oxido-reducere 137

XV. Electrochimia II (Electroliza) 141

XVI. Sistemul periodic al elementelor 147

XVII. Hidrogenul 151

XVIII. Nemetalele 152
1. Nemetalele grupei a VII-a principale. Halogenii 152
a. Fluorul și compușii lui 152
b. Clorul și compușii lui 152
c. Bromul și compușii lui 154
d. Iodul și compușii lui 155
e. Generalități asupra halogenilor . . . 156
2. Nemetalele grupei a VI-a principale. Oxigenul și sulful . . . 157
a. Oxigen, ozon, apă și apă oxigenată . 157
b. Sulful și compușii lui 159
3. Nemetalele grupei a V-a principale . . . 161
a. Azotul și compușii lui 161
b. Fosforul și compușii lui 166
4. Nemetalele grupei a IV-a principale . . . 169

Scanned with OKEN Scanner

a. Carbonul și compușii lui 169
b. Siliciul și compușii lui 173
XIX. Metalele 174
1. Generalități 174
a. Proprietățile fizice ale metalelor . . 175
b. Proprietățile chimice ale metalelor. Aliaje 178
c. Obținerea metalelor 181
2. Metalele grupei I principale 181
a. Sodiul și compușii lui 181
b. Potasiul și compușii lui 182
3. Metalele grupei a II-a principale . . . 183
a. Magneziul, calciul și compușii lor . . . 183
b. Duritatea apei . . 185
4. Metalele grupei a III-a principale . . 187
Aluminiul și compușii lui 187
5. Metalele grupei a IV-a principale . . . 187
Staniul, plumbul și compușii lor 187
6. Metalele grupei a VIII-a secundare. Subgrupa fierului . . . 188
a. Fierul și compușii lui 188
b. Nichelul, cobaltul și compușii lor . 189
7. Metalele grupei I secundare 190
Cuprul, argintul, aurul și compușii lor . 190
8. Metalele grupei a II-a secundare . . . 191
a. Zincul și compușii lui 191
b. Mercurul și compușii lui 192
9. Metalele grupei a VI-a secundare . . . 192
Cromul și compușii lui 192
10. Metalele grupei a VII-a secundare . . 193
Manganul și compușii lui 193
XX. Radioactivitatea . . . 194
Legi 194
Izotopi 198
Dezintegrarea artificială 199
XXI. Formulele compușilor organici 204
XXII. Hidrocarburi saturate . 211
XXIII. Hidrocarburi nesaturate 214
XXIV. Hidrocarburi aromatice 216
XXV. Derivați halogenați . . 219
XXVI. Alcooli, fenoli și eteri . 220
XXVII. Aldehide și cetone . . 224
XXVIII. Acizi organici 227
XXIX. Esteri și grăsimi . . . 229
XXX. Zaharide 231
XXXI. Compuși organici cu azot 233
XXXII. Materii colorante organice 235
XXXIII. Probleme diverse . . . 236
Tabele 246
Rezultate 252

Scanned with OKEN Scanner

Culegerea de față are drept scop să contribuie la aprofundarea noțiunilor de chimie predate elevilor la orele de curs și la însușirea calculului chimic, pentru a crea posibilitatea unei aplicări cît mai raționale a științei în practică.

La întocmirea lucrării s-a avut în vedere realizarea unei concordanțe cu disciplinele înrudite și în special cu fizica.

Majoritatea capitolelor cuprind noțiuni introductive, precum și legile de bază, după care urmează cîteva exemple de probleme rezolvate în întregime. Celelalte probleme sînt prevăzute cu răspunsuri, care sînt trecute la sfîrșitul lucrării. Unele probleme mai complicate, dar nerezolvate, sînt însoțite de scurte indicații.

Lucrarea cuprinde și întrebări și exerciții, date cu scopul de a pune pe elev să aplice cunoștințele teoretice la practica industrială sau de laborator și să folosească pentru aceasta și ecuațiile reacțiilor chimice.

Se recomandă ca profesorul să aleagă pentru rezolvarea în clasă, precum și pentru munca independentă, problemele potrivite nivelului clasei, deoarece lucrarea cuprinde și probleme mai grele, date pentru a pune la îndemîna elevilor care își vor alege ca specialitate chimia, un material auxiliar pentru pregătirea examenelor de admitere.

De asemenea, problemele mai grele sau care cuprind material nestudiat încă, pot fi folosite la recapitularea finală sau la cercurile de chimie.

În anexă se găsesc tabele cu constantele necesare rezolvării problemelor, dacă ele nu au fost menționate în text. De asemenea, aici se găsește și tabelul cu mase atomice rotunjite ale

Scanned with OKEN Scanner

elementelor uzuale, care se vor folosi atunci cînd valoarea masei atomice nu este indicată.

Lucrarea a fost alcătuită după cum urmează:

Capitolele: I la VII inclusiv și de la XXI la XXIV inclusiv de Petre Podăreanu.

Capitolele: VIII la XX inclusiv și de la XXV la XXXIII inclusiv de Dumitru Tănase.

Scanned with OKEN Scanner

I. Masa atomică şi masa moleculară

Masele atomice şi moleculare folosite în practica chimică nu reprezintă masele reale, absolute, ale atomilor şi moleculelor; ele sînt mărimi relative, care arată un anumit raport. Masa atomică a unui element sau masa moleculară a unei substanţe arată de cîte ori este mai mare masa atomului sau a moleculei respective decît unitatea atomică de masă.

Unitatea de masă atomică introdusă de Dalton, a fost multă vreme masa atomului de hidrogen (H=1). Masele atomice a multor elemente se raportau însă la masa atomică a oxigenului, considerată exact 16, fiindcă puţine elemente formează combinaţii cu hidrogenul. Ulterior s-a constatat că masa atomică a oxigenului în raport cu H=1 nu este exact 16 ci 15,87. Pentru acest motiv trebuiau recalculate masele atomice ale elementelor raportate la O=16. S-a preferat să se menţină masele atomice luate în raport cu O=16 şi să se recalculeze masa atomică a hidrogenului, găsindu-se valoarea 1,0080. S-a stabilit astfel (1865) că unitatea de masă atomică să fie a 16-a parte din masa atomică a oxigenului.

Odată cu descoperirea izotopilor, măsurarea maselor atomice în fizică a fost raportată la masa izotopului $^{16}O=16{,}000$, folosindu-se astfel două scări de mase atomice: o scară chimică bazată pe oxigenul natural (amestec ai izotopilor ^{16}O, ^{17}O şi ^{18}O) şi o scară fizică bazată pe izotopul ^{16}O. Masele atomice calculate în cele două scări erau puţin diferite.

În urma congresului de chimie pură şi aplicată ce a avut loc la sfîrşitul anului 1961 la Montreal în Canada, Uniunea internaţională de chimie pură şi aplicată şi Uniunea internaţională de fizică pură şi aplicată au căzut de acord să se ia ca unitate atomică de masă a 12-a parte din masa atomică a izotopului ^{12}C. În acest fel masa atomică în scară fizică are aceeaşi valoare ca masa atomică în scară chimică.

Deci: 1 unitatea atomică de masă este egală cu $\frac{1}{12}$ din masa atomică a izotopului ^{12}C.

Valoarea absolută a unității de masă atomică se poate afla cu ajutorul relației:

$1\ u = \frac{1}{N}$, în care N este numărul lui Avogadro, cu valoarea $6{,}023 \cdot 10^{23}$.

Deci: $1\ u = \frac{1}{6{,}023 \cdot 10^{23}} = 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ g = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ kg$,

Cu ajutorul acestei valori se pot calcula masele atomice absolute ale elementelor, făcînd produsul dintre masa atomică relativă și această valoare. De exemplu: masa atomică relativă a oxigenului fiind 15,9994 u, masa atomică absolută va fi:

$$15{,}9994 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 26{,}559 \cdot 10^{-27}\ kg$$

Este evident că valorile absolute ale maselor atomice se pot obține și împărțind masa atomică relativă a elementului respectiv la numărul lui Avogadro. În exemplul dat:

$$\frac{15{,}9994}{6{,}023 \cdot 10^{23}} = 26{,}559 \cdot 10^{-24}\ g = 26{,}559 \cdot 10^{-27}\ kg$$

Masa moleculară a substanțelor poate fi calculată făcînd suma maselor atomilor ce intră în compoziția lor. Astfel, masa moleculară a acidului carbonic H_2CO_3 se calculează făcînd suma maselor atomilor de hidrogen, carbon și oxigen din molecula acidului carbonic:

masa atomică a hidrogenului: 1,008
masa atomică a carbonului: 12,010
masa atomică a oxigenului: 16,000

masa moleculară a acidului carbonic va fi:

$$\underbrace{2 \cdot 1{,}008}_{H_2} + \underbrace{12{,}010}_{C} + \underbrace{3 \cdot 16{,}00}_{O_3} = 62{,}026\ u$$

Pentru substanțele simple cu moleculă biatomică, masa moleculară se calculează asemănător; astfel masa moleculară a clorului, Cl_2, se face prin însumarea maselor celor doi atomi de clor din moleculă.

Masa atomică a clorului: 35,457,

masa moleculară a clorului: $35{,}457 + 35{,}457 = 70{,}914$ sau: $2 \cdot 35{,}457 = 70{,}914$.

Întrucît pentru rezolvarea problemelor practice de chimie este suficient să se știe ce cantitate dintr-o substanță se combină cu o anumită cantitate din altă substanță, au fost introduse noțiunile de mol atomic și mol molecular.

Un mol este cantitatea dintr-o substanță care conține $6{,}023 \cdot 10^{23}$ particule. Prin particulă se înțelege în acest caz cea mai mică unitate de structură, iar

cifra $6{,}023 \cdot 10^{23}$ se numește numărul lui Avogadro. Valoarea unui mol se calculează cunoscînd masele atomice și moleculare.

Exemple. Masa atomică a oxigenului = 16,00, molul de oxigen atomic = 16,00 g.

Masa moleculară a acidului sulfuric $H_2SO_4 = \underbrace{2 \cdot 1{,}008}_{H_2} + \underbrace{32{,}066}_{S} + \underbrace{4 \cdot 16{,}00}_{O_4} =$ = 98,082, un mol de acid sulfuric = 98,082 g.

Cunoscîndu-se numărul de moli dintr-o substanță se poate calcula cantitatea de substanță corespunzătoare. Astfel, știind că într-o anumită cantitate de apă sînt cuprinși 25 moli, se poate afla această cantitate, dacă se ține seama că pentru un mol de apă corespunde cantitatea:

$$\underbrace{2 \cdot 1{,}008}_{H_2} + \underbrace{16{,}00}_{O} = 18{,}016 \text{ g}$$

La 25 moli va corespunde cantitatea:

$$25 \cdot 18{,}016 = 450{,}4 \text{ g apă.}$$

De asemenea, se poate calcula numărul de moli dintr-o cantitate de substanță dată, după relația:

$$\text{Numărul de moli} = \frac{\text{masa de substanță (g)}}{\text{masa unui mol (g)}}$$

Exemplu. Să se afle cîți moli atomici și cîți moli moleculari se cuprind în 480 g de oxigen.

Știind că un mol de oxigen atomic = 16,00 g, rezultă că numărul de moli atomici $= \frac{480}{16} = 30$.

Știind de asemenea că 1 mol molecular de oxigen $= 2 \cdot 16{,}00 = 32$ g, numărul de moli de oxigen moleculari $= \frac{480}{32} = 15$.

Majoritatea elementelor naturale sînt amestecuri de izotopi. Astfel, elementul natural carbon conține atomi cu masele 12 și 13 în proporțiile 98,892 % și respectiv 1,108 %. Din această cauză, masele atomice ale elementelor sînt reprezentate în cifre fracționare care pot fi aproximativ calculate, făcînd media ponderată a maselor atomice ale izotopilor conținuți, după relația:

$$A_p = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \ldots + A_n p_n}{p_1 + p_2 + \ldots + p_n}$$

în care A_p este media ponderată a maselor atomice; A_1, A_2,..A_n sînt masele izotopilor, iar p_1, p_2... p_n sînt proporțiile sau procentele în care sînt conținuți izotopii respectivi în elementul natural. De exemplu:

elementul natural clor este un amestec de 2 izotopi cu masele atomice de 35 u și 37 u în proporțiile 75,4 % și 24,6 %. Masa atomică va fi media ponderată a acestor valori:

$$A_p = \frac{35 \cdot 75{,}4 + 37 \cdot 24{,}6}{100} \approx 35{,}5 \text{ u}$$

Ținînd seama că atomul unui element oarecare este format din nucleoni (protoni și neutroni) și electroni, masa atomică ar trebui să fie egală cu suma maselor acestor particule. Astfel, știind că masa unui proton este 1,007593 u, a unui neutron 1,008982 u și a unui electron 0,000548 u, masa unui atom ar trebui să fie egală cu suma maselor acestor particule:

$$A = 1{,}007593 \cdot Z + 1{,}008982 \cdot N + 0{,}000548 \cdot Z$$

Z reprezentînd numărul de protoni, respectiv numărul de electroni, iar N numărul de neutroni.

S-a constatat însă că masa atomilor rezultată din măsurători experimentale este totdeauna mai mică decît masa calculată după relația de mai sus. Diferența dintre masa calculată și cea găsită prin măsurători experimentale se numește defect de masă și se explică prin faptul că la unirea particulelor din nucleu se degajă calități foarte mari de energie, provenite din convertirea unei fracțiuni din masa particulelor în energie. Fizicianul Einstein, în teoria relativității speciale, arată că atunci cînd într-un sistem apare o variație de energie (ΔE) are loc și o variație de masă (Δm) legate prin relația:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2, \text{ în care } c \text{ este viteza luminii: } 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

Folosind această relație se poate calcula energia corespunzătoare defectului de masă pentru atomii diferitelor elemente, numită energie de legătură. Astfel, masa atomică determinată experimental pentru heliu este 4,003871 u; atomul de heliu fiind format din 2 protoni, 2 neutroni și 2 electroni, masa calculată va fi:

$$A = 2 \cdot 1{,}007593 + 2 \cdot 1{,}008982 + 2 \cdot 0{,}000548 = 4{,}034246 \text{ u}$$

Defectul de masă:

$$\Delta m = 4{,}034246 - 4{,}003871 \approx 0{,}0304 \text{ u}$$

Știind că o unitate atomică este egală cu $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg, defectul de masă are valoarea:

$$\Delta m = 0{,}0304 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 0{,}0504 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Energia de legătură va fi:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 0{,}0504 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 0{,}4536 \cdot 10^{-11} \text{J.}$$

Scanned with OKEN Scanner

Probleme

1.1. Folosindu-se valorile maselor atomice, să se arate care sînt molii atomici ai elementelor: hidrogen, oxigen, carbon, sulf, fier.

1.2. Să se calculeze masele moleculare și molii următoarelor substanțe compuse: apă, acid clorhidric, sare de bucătărie, acid sulfuric.

1.3. Care sînt masele moleculare ale substanțelor: oxid cupric CuO, oxid de aluminiu Al_2O_3, bioxid de azot NO_2?

1.4. Se dau următoarele substanțe: var stins, bicarbonat de sodiu, magnetită, miniu și bauxită. Care sînt elementele ce intră în compoziția acestor substanțe și care sînt masele moleculare ale substanțelor?

1.5. Să se calculeze numărul de moli atomici cuprinși în 25,2 g de hidrogen. Pentru aceeași cantitate de hidrogen — 25,2 g — să se calculeze și numărul de moli moleculari.

1.6. Să se calculeze numărul de moli cuprinși în 270 kg de apă. De asemenea, în 730 kg de acid clorhidric. (Se va lua masa atomică rotunjită a hidrogenului = 1, iar a clorului = 35,5).

1.7. Se dau două cantități de substanțe diferite: una de apă care cuprinde 50 moli, iar cealaltă de var nestins CaO care cuprinde 20 moli.
Care dintre aceste două substanțe reprezintă în grame o cantitate mai mare?

1.8. Cunoscînd că unei unități atomice îi corespund

0,000 000 000 000 000 000 000 00166 g ($1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g),

să se calculeze masele atomice absolute ale hidrogenului și azotului. (Se va lua masa atomică a hidrogenului = 1, iar a azotului = 14).

1.9. Folosind datele problemei precedente, să se calculeze cîte unități atomice de masă se cuprind într-un gram de substanță?

1.10. Atomul elementului titan (simbolul Ti) este mai greu decît atomul de oxigen de aproximativ 3 ori. Care este masa atomică relativă a titanului cunoscînd că masa atomică a oxigenului este de 16.

1.11. Să se calculeze de cîte ori atomul de sulf este mai greu decît atomul de oxigen? Dar atomul de brom decît atomul de calciu?

1.12. Dîndu-se o moleculă de acid sulfuric H_2SO_4 și una de acid azotic HNO_3, să se afle care dintre aceste molecule este mai grea și de cîte ori?

1.13. Știind că molecula oxidului de calciu este formată dintr-un atom de calciu și un atom de oxigen și că unei părți în greutate de oxigen îi revin 2,5 părți în greutate de calciu, să se calculeze masa atomică a calciului. (Se cunoaște masa atomică a oxigenului: 16).

Scanned with OKEN Scanner

1.14. Să se calculeze ce cantitate de substanță, exprimată în grame, este cuprinsă în 0,5 moli de carbon? Dar în 2,5 moli de sulf?

1.15. Cîți moli se cuprind într-un volum de apă de 504 cm^3? (Se știe că un litru de apă cîntărește 1 kg.)

1.16. Se iau două cantități de substanțe diferite: una corespunzătoare la 2 moli de apă, iar cealaltă corespunzătoare la 2 moli de acid clorhidric. Să se afle în care dintre aceste două cantități se cuprind mai mulți moli de hidrogen atomic?

1.17. În ce cantitate de substanță sînt cuprinși 4,5 kmoli de clorură de calciu $CaCl_2 \cdot 6H_2O$? Pentru aceeași cantitate de substanță să se calculeze numărul de moli de calciu.

1.18. Sarea lui Berthollet are formula $KClO_3$. Să se calculeze cîți mol de oxigen atomic sînt cuprinși în 245 g din această sare?

1.19. În ce cantitate de apă se găsesc atîția moli de oxigen atomic cîți se găsesc în 64 g de bioxid de sulf SO_2?

1.20. Știind că 126 g de acid azotic HNO_3 sînt dizolvate în 90 cm^3 de apă, să se calculeze cîți moli de apă revin unui mol de acid azotic dizolvat.

1.21. Cîți moli reprezintă cantitatea de 711 g sulfat dublu de aluminiu și potasiu, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$? Pentru aceeași cantitate de substanță să se afle numărul de moli de apă.

1.22. Conținutul de hidrogen în acidul clorhidric este de 2,764 %, iar conținutul de clor de 97,236 %. Cunoscîndu-se masa moleculară a HCl=36,465, să se calculeze masa atomică a hidrogenului și masa atomică a clorului. (Nu se folosește tabelul cu masele atomice).

1.23. Conținutul de azot în acidul azotic fiind 22,22 %, să se afle cîte unități atomice de masă revin azotului și ce reprezintă acest rezultat? (Se cunoaște masa moleculară a acidului azotic=63,016 u.)

1.24. Hidrogenul sulfurat este o substanță compusă, care conține numai hidrogen și sulf. În molecula de hidrogen sulfurat, hidrogenului îi revin 2 unități atomice de masă, iar conținutul în sulf este de 94,12 %. Care este masa moleculară a hidrogenului sulfurat și cîte unități de masă îi revin sulfului?

1.25. Cunoscîndu-se abundența în procente a izotopilor naturali, să se calculeze valoarea aproximativă a maselor atomice relative pentru următoarele elemente:

Galiu cu izotopii: ^{69}Ga (61%) și ^{71}Ga (39%)

Germaniu cu izotopii: ^{70}Ge (21,2%) ^{72}Ge (27,3%), ^{73}Ge (7,9%), ^{74}Ge (37,1%) și ^{76}Ge (6,5%).

Plumb cu izotopii: ^{204}Pb (1,36%), ^{206}Pb (25,12%), ^{207}Pb (21,25%). ^{208}Pb (52,27%).

Scanned with OKEN Scanner

1.26. Izotopul hidrogen greu (^{2}H) are masa atomică determinată experimental: 2,014733. Să se calculeze defectul de masă al acestui izotop, cunoscîndu-se masele particulelor componente. (Să se exprime acest rezultat în unităţi atomice de masă şi în kg.)

1.27. Să se calculeze masele atomice absolute — exprimate în kg — pentru următorii izotopi: ^{7}Li, ^{42}Ca şi ^{63}Cu.

1.28. Masa atomică relativă a elementului natural carbon are valoarea 12,01115 u. În natură carbonul se află sub forma amestecului de doi izotopi: ^{12}C şi ^{13}C.

a) Să se calculeze compoziţia procentuală a amestecului celor doi izotopi.

b) Să se stabilească structura fiecărui izotop, prin indicarea numărului de protoni, neutroni şi electroni, ştiind că sarcina nucleară este egală cu 6.

1.29 Izotopul $^{7}_{3}Li$ are masa atomică determinată experimental egală cu 7,016593 u. Cunoscînd masele particulelor componente, să se calculeze:

— defectul de masă,

— energia de legătură a izotopului şi

— energia de legătură pe fiecare particulă componentă a nucleului.

1.30. Atomii izotopilor: K, Ca, P şi Cl au următoarea compoziţie nucleară: K = 19 *p* + 20 *n*; Ca = 20 *p* + 20 *n*; P = 15 *p* + 16 *n* şi Cl = 17 *p* + 18 *n*.

a) Să se scrie simbolurile acestor izotopi.

b) Ştiind că starea lor ionică este: K^{+}, Ca^{2+}, P^{3-} şi Cl^{-}, să se arate numărul electronilor pe care îi conţine fiecare din ionii de mai sus.

II. Legea conservării masei substanțelor. Legea proporțiilor definite. Legea proporțiilor multiple

Legea conservării masei. Experiențele făcute de Lavoisier și de alți cercetători au arătat că într-o reacție chimică masa substanțelor rămîne aceeași înainte și după reacție. Această generalizare a experienței constituie legea conservării masei, ce se poate enunța astfel: *masa tuturor substanțelor intrate într-o reacție chimică este egală cu masa tuturor produșilor rezultați din reacție.*

Legea conservării masei este o lege limitată, deoarece în unele cazuri extreme se produce o variație a masei legată de variația energiei din procesul respectiv. Variația masei și energiei sînt legate prin relația lui Einstein: $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$.

Variațiile de masă din procesele chimice sînt însă foarte mici, așa că legea rămîne valabilă chiar dacă nu se ține seama de relația lui Einstein. Legea conservării masei a fost însă dezvoltată prin legea conservării energiei: „într-un sistem închis diferite forme de energie se transformă reciproc, astfel încît energia totală a sistemului rămîne neschimbată".

Legea conservării masei și legea conservării energiei formează la un loc legea generală a conservării materiei: „într-un sistem închis suma totală a maselor și energiilor rămîne constantă".

Legea conservării masei permite calculul uneia din substanțele intrate sau rezultate dintr-o reacție chimică. De exemplu:

2.1. Arzînd 24 kg carbon în oxigen se obțin 88 kg bioxid de carbon. Ce cantitate de oxigen — în kg și în m^3 — s-a consumat?

Rezolvare. Transformarea chimică se poate scrie:

24 kg carbon $+ x$ kg oxigen $=$ 88 kg bioxid de carbon, sau:

$24 + x = 88$, de unde: $x = 88 - 24 = 64$ kg oxigen.

Se calculează și volumul în m^3, cunoscînd că un kmol. de oxigen (32 kg) ocupă un volum de 22,4 m^3. Se scrie proporția:

$$\frac{32}{22{,}4} = \frac{88}{y}, \text{ de unde:}$$

$$y = \frac{88 \cdot 22{,}4}{32} = 61{,}6 \text{ m}^3.$$

Dacă se ține seama și de energia degajată sub formă de căldură, transformarea se scrie:

$$24 \text{ kg carbon} + x \text{ kg oxigen} = 88 \text{ kg } CO_2 + 783 \cdot 10^6 \text{ J}$$

După Einstein, această energie (ΔE) degajată, s-a produs cu o contracție a masei (Δm). Folosind relația: $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$, se poate calcula această variație de masă:

$$\Delta m = \frac{783 \cdot 10^6}{(3 \cdot 10^8)^2} = 87 \cdot 10^{-10} \text{ kg} = 0{,}0087 \text{ mg}.$$

Dacă s-ar ține seama de această variație foarte mică de masă, atunci, corectînd cantitatea de 88 kg de CO_2, s-ar obține:
$88 - 0{,}0000000087 = 87{,}9999999913$ kg, ceea ce practic nu poate fi luat în considerație.

Legea proporțiilor definite sau legea constanței compoziției. Această lege fundamentală a chimiei a fost stabilită de Proust: „*Dacă două elemente A și B se unesc între ele pentru a forma o substanță compusă AB, atunci între masele elementelor va fi întotdeauna un raport de combinare* $\frac{A}{B}$ *constant*“. Prin această lege se face deosebirea între un amestec fizic — ce poate fi făcut în orice proporție — și o combinație chimică în care, pentru obținerea unei anumite substanțe compuse, elementele se iau într-un anumit raport de masă.

Totodată, dacă într-o anumită substanță compusă elementele se găsesc întotdeauna în același raport, rezultă că, „*indiferent de modul cum este obținută o substanță, ea va avea întotdeauna aceeași compoziție calitativă și cantitativă*“.

Compoziția unei substanțe poate fi exprimată prin raportul celor mai mici numere întregi sau în procente. Astfel, știind că în apă la două părți hidrogen corespund 16 părți oxigen, raportul simplu de numere întregi ce exprimă compoziția va fi: $\frac{1}{8}$.

Se poate calcula compoziția apei și în procente:

la 9 părți (1 parte hidrogen + 8 părți oxigen) corespund 100 părți în procente.

la 1 parte hidrogen vor corespunde x părți în procente

$$x = \frac{100 \cdot 1}{9} = 11{,}11\% \text{ hidrogen}$$

Pentru oxigen :

$$y = \frac{100 \cdot 8}{9} = 88{,}88\% \text{ oxigen.}$$

Din cantităţile a două substanţe simple (elemente) ce participă într-o reacţie chimică se poate determina compoziţia substanţei compuse rezultate. De exemplu :

2.2. Prin încălzire, o panglică de magneziu arde în aer, combinîndu-se cu oxigenul şi formînd oxidul de magneziu. Ştiind că prin arderea a 18 g de panglică de magneziu se obţin 30 g oxid de magneziu, să se stabilească compoziţia oxidului de magneziu.

Respectînd legea conservării masei, transformarea chimică în acest caz se poate scrie :

18 g magneziu $+ x$ g oxigen $=$ 30 g oxid de magneziu

$$x = 30 - 18 = 12 \text{ g oxigen.}$$

Rezultă că în 30 g oxid de magneziu se cuprind 18 g de magneziu şi 12 g de oxigen.

Făcînd raportul celor două cantităţi, obţinem $\frac{18}{12} = \frac{3}{2}$ (raportul de combinare).

Raportul de combinare fiind $\frac{3}{2}$, acesta exprimă chiar compoziţia oxidului de magneziu : 3 părţi magneziu şi 2 părţi oxigen.

În procente compoziţia oxidului de magneziu va fi :

la 5 părţi corespund 100 procente

la 2 părţi oxigen corespund x procente

$$x = \frac{100 \cdot 2}{5} = 40\% \text{ oxigen}$$

şi $y = \frac{100 \cdot 3}{5} = 60\%$ magneziu.

2.3. Hidrogenul sulfurat, H_2S, prin ardere formează apă şi bioxid de sulf, SO_2. Raporturile de combinare fiind în hidrogenul sulfurat : $\frac{H}{S} = \frac{1}{16}$; în apă : $\frac{H}{O} = \frac{1}{8}$ şi în bioxidul de sulf: $\frac{S}{O} = \frac{1}{1}$, să se afle cîtă apă şi cît bioxid de sulf se obţine prin arderea a 68 g hidrogen sulfurat.

Rezolvare. Pentru hidrogenul sulfurat raportul de combinare fiind $\frac{H}{S} = \frac{1}{16}$, rezultă că 17 g H_2S cuprind 16 g sulf şi 1 g hidrogen.

În 68 g H_2S avem
$x = \frac{1 \cdot 68}{17} = 4$ g *hidrogen* și $y = 68 - 4 = 64$ g *sulf.*

Pentru SO_2 raportul de combinare fiind $\frac{S}{O} = \frac{1}{1}$, rezultă că 2 g SO_2 cuprind 1 g sulf și 1 g oxigen. Arzînd 1 g sulf se obțin 2 g SO_2. Arzînd 64 g sulf se vor obține : $\frac{64 \cdot 2}{1} = 128$ g SO_2.

Pentru apă raportul de combinare fiind $\frac{H}{O} = \frac{1}{8}$, printr-un raționament asemănător se obține : $\frac{4 \cdot 9}{1} = 36$ g apă.

Legea proporțiilor multiple. A fost stabilită de J. Dalton (1803).

Dacă două elemente se combină între ele și formează mai mulți compuși, atunci diferitele cantități dintr-un element, ce se combină cu aceeași cantitate din celălalt element, se află într-un raport de numere întregi mici. Astfel, staniul formează doi oxizi : într-unul din oxizi raportul dintre staniu și oxigen este $\frac{Sn}{O} = \frac{29,75}{8}$, iar în celălalt $\frac{Sn}{O} = \frac{59,5}{8}$. Se observă că în cei doi compuși cantitatea de oxigen rămîne aceeași, în timp ce cantitățile de staniu se află într-un raport de numere mici întregi $29,75 : 59,5 = 1 : 2$.

Cunoscînd raportul de combinare al elementelor dintr-un compus și rapoartele numerelor întregi și mici, se poate afla compoziția oricăruia din compușii formați. De exemplu :

2.4. Azotul formează cu oxigenul cinci oxizi : protoxidul de azot, oxidul de azot, trioxidul de azot, tetroxidul de azot și pentoxidul de azot în care cantitățile de oxigen se află în raportul $1 : 2 : 3 : 4 : 5$. Știind că în oxidul de azot raportul de combinare este $\frac{N}{O} = \frac{7}{8}$, să se afle compoziția în procente a celor cinci oxizi.

Rezolvare. Se află rapoartele de combinare pentru ceilalți oxizi, cunoscînd raportul numerelor întregi și apoi se calculează compoziția procentuală pentru fiecare compus în parte.

— Pentru oxidul de azot : $\frac{N}{O} = \frac{7}{8}$

compoziția va fi : $\frac{7 \cdot 100}{15} = 46,66\%$ azot

și $\frac{8 \cdot 100}{15} = 53,33\%$ oxigen.

— Pentru protoxidul de azot raportul de combinare va fi:

$$\frac{N}{O}=\frac{2\cdot 7}{8}=\frac{14}{8}=\frac{7}{4}$$

iar compoziția: $\frac{100\cdot 7}{11}=63{,}63\%$ azot

și $\frac{100\cdot 4}{11}=36{,}36\%$ oxigen.

— Pentru trioxidul de azot raportul de combinare va fi: $\frac{N}{O}=\frac{7}{4\cdot 3}=\frac{7}{12}$

iar compoziția: $\frac{100\cdot 7}{19}=36{,}84\%$ azot

și $\frac{100\cdot 12}{19}=63{,}15\%$ oxigen.

— Pentru tetroxidul de azot raportul de combinare va fi: $\frac{N}{O}=\frac{7}{4\cdot 4}=\frac{7}{16}$

iar compoziția: $\frac{100\cdot 7}{23}=30{,}435\%$ azot

și $\frac{100\cdot 16}{23}=69{,}565\%$ oxigen.

— Pentru pentoxidul de azot raportul de combinare va fi: $\frac{N}{O}=\frac{7}{4\cdot 5}=\frac{7}{20}$

iar compoziția: $\frac{100\cdot 7}{27}=25{,}925\%$ azot

și $\frac{100\cdot 20}{27}=74{,}074\%$ oxigen.

2.5. În 1774, Lavoisier, producînd într-o retortă închisă transformarea mercurului în oxid roșu de mercur cu ajutorul oxigenului din aerul închis în retortă, a constatat că masa retortei a fost aceeași înainte și după reacție. Presupunînd că în această retortă închisă s-ar fi introdus 100,5 g de mercur și 1,6 g de oxigen, ce cantitate de oxid roșu de mercur s-ar fi obținut după reacție dacă mercurul ar fi reacționat în proporție de 20% ?

2.6. În urma reacției dintre clorura de sodiu și azotatul de argint se formează clorură de argint și azotat de sodiu. Cunoscînd că masa totală a celor două substanțe a fost înainte de reacție de 23 g, iar raportul dintre cantitățile de clorură de argint și azotat de sodiu după reacție este de 1/4, să se afle aceste cantități.

2.7. Varul stins se obține din var nestins și apă. Din reacția dintre trei părți var nestins și o parte apă s-au obținut 160 kg de var stins. Care au

fost cantitățile de apă și var nestins din care a rezultat această cantitate de var stins ?

2.8. Carbonatul bazic de cupru, prin încălzire, se descompune în oxid de cupru, bioxid de carbon și apă. Încălzind o anumită cantitate de carbonat bazic de cupru, se constată că masa substanței rămasă după încălzire este mai mică decît masa substanței înainte de încălzire. Să se răspundă dacă se respectă legea conservării masei și ce reprezintă diferența dintre cele două mase — inițială și finală.

2.9. Oxidul de calciu se poate obține fie prin calcinarea carbonatului de calciu, fie prin încălzirea calciului în aer. În primul caz, oxidul de calciu obținut cîntărește mai puțin decît substanța din care s-a obținut, iar în al doilea caz, cîntărește mai mult. Să se răspundă dacă se respectă legea conservării masei în ambele cazuri și ce fel de reacții au avut loc.

2.10. Într-un balon se introduce pulbere de magneziu, se închide ermetic cu ajutorul unei cleme și se cîntărește. Se încălzește apoi balonul, magneziul combinîndu-se cu oxigenul. Se lasă să se răcească, se cîntărește din nou și se constată aceeași masă. Dacă se deschide clema și se cîntărește din nou, se constată că balonul, în acest caz, cîntărește mai mult. Să se explice aceste rezultate experimentale.

2.11. O cantitate de 121,6 g de pulbere metalică, arzînd în oxigen, consumă un volum de 56 l de oxigen. Cunoscînd că un litru de oxigen cîntărește 1,43 g, să se afle masa oxidului metalic format.

2.12. Aluminiul în stare de pulbere, încălzit la 700°C, arde și se transformă în oxid de aluminiu. Cu cîți litri de oxigen trebuie să se combine 108 g de aluminiu pentru a forma 204 g de oxid de aluminiu ? (1 l de oxigen = 1,43 g).

2.13. Prin stingerea varului, de puritate 80%, s-au obținut 37 kg var stins, folosindu-se 9 l de apă.

a) Să se calculeze cantitatea de var nestins folosită.

b) Știind că la obținerea a 37 kg var stins se degajă o cantitate de căldură de 9 000 kcal, să se calculeze variația de masă ce s-a produs în timpul transformării chimice (1 kcal = 4 180 J).

2.14. Într-o reacție chimică, 56 g dintr-un element A se combină cu 448 g din alt element B și formează compusul AB. Știind că cele două cantități din elementele A și B au intrat în întregime în reacție, să se afle care este compoziția compusului rezultat. Cărui compus chimic îi corespunde acest raport ? (Compoziția chimică se va exprima prin raportul de combinare $\frac{A}{B}$ și în procente).

2.15. Sub acțiunea curentului electric s-au descompus 45 g de apă. Raportul de combinare a hidrogenului cu oxigenul fiind $\frac{1}{8}$, să se afle cantitățile de oxigen și hidrogen rezultate din reacție.

2.16. Într-un vas închis a explodat un amestec de 15 g de hidrogen și 24 g de oxigen. Cîtă apă s-a obținut în urma reacției? Ce gaz a rămas după explozie și în ce cantitate? (Se cunoaște raportul de combinare $\frac{H}{O} = \frac{1}{8}$.)

2.17. Un amestec format din 21 kg de fier și 24 kg de sulf a fost încălzit, obținîndu-se astfel sulfură feroasă. Ce cantitate de sulfură feroasă s-a obținut? Care este substanța care nu a intrat în întregime în reacție și care este această cantitate care nu a participat la reacție? (Raportul de combinare a fierului cu sulf $= \frac{7}{4}$.)

2.18. Arzînd o anumită cantitate de carbon în aer, s-au consumat 48 g de oxigen și s-au obținut 66 g de bioxid de carbon. Care este compoziția bioxidului de carbon?

2.19. Cît fier și cît sulf este necesar pentru a obține prin încălzire 66 g de sulfură feroasă? (Raportul de combinare este $\frac{Fe}{S} = \frac{7}{4}$.)

2.20. Arsenul formează doi oxizi: unul conține 75,75% arsen, iar celălalt 65,2% arsen. Să se determine raportul în care se află cantitățile de arsen ce se combină cu aceeași cantitate de oxigen.

2.21. În ce cantitate de trioxid de sulf sînt conținute 20 g de sulf? (Raportul de combinare a sulfului cu oxigenul în acest caz: $\frac{S}{O} = \frac{2}{3}$.)

2.22. Prin descompunerea apei s-au obținut 4 l de oxigen. Ce volum de hidrogen s-a obținut odată cu oxigenul și cîte grame de apă s-au descompus? (ρ oxigen $= 1{,}43 \frac{g}{l}$, iar raportul de combinare este $\frac{H}{O} = \frac{1}{8}$.)

2.23. Pirita este un compus al fierului cu sulful, care prin ardere formează bioxid de sulf și oxid feric. La arderea unei cantități de pirită s-au consumat 27,5 kg de oxigen. Ce cantități de bioxid de sulf și oxid feric s-au format dacă 3 părți din oxigenul consumat sînt conținute în oxidul feric, iar 8 părți în bioxidul de sulf? (În bioxidul de sulf $\frac{S}{O} = \frac{1}{1}$, iar în oxidul feric $\frac{Fe}{O} = \frac{7}{3}$.)

2.24. Pentru obținerea a 154 g de bioxid de carbon s-au consumat 112 g de oxigen. Altă dată s-au obținut 220 g de bioxid de carbon, prin arderea a 60 g de carbon. Să se calculeze compoziția în procente a bioxidului de carbon în ambele cazuri.

2.25. Oxidul de magneziu poate fi obținut fie prin calcinarea carbonatului de magneziu, fie prin arderea prafului de magneziu. Prin calcinarea unei anumite cantități de carbonat de magneziu s-au obținut 75 g de oxid de

magneziu ce conțin 30 g de oxigen. Ce cantitate de oxigen se consumă la arderea a 25,5 g de praf de magneziu ?

2.26. O hidrocarbură este un compus organic care conține numai carbon și hidrogen și care prin ardere formează bioxid de carbon și apă. Cunoscînd că o anumită hidrocarbură are compoziția $\frac{C}{H}=\frac{3}{1}$, apa are compoziția $\frac{H}{O}=\frac{1}{8}$, iar bioxidul de carbon $\frac{C}{O}=\frac{3}{8}$, să se afle cîtă apă și cît bioxid de carbon se pot obține prin arderea a 28 g din această hidrocarbură ?

Din ce cantitate de hidrocarbură se obțin 55 g de bioxid de carbon și 45 g de apă ?

2.27. Sulful formează cu fierul compușii : sulfură feroasă, sulfură ferică și pirită, aflîndu-se în raportul 2 : 3 : 4. Știind că sulfura feroasă conține 36.36% sulf, să se afle compoziția procentuală a sulfurii ferice și a piritei.

2.28. Acidul azotic se descompune prin încălzire cu formare de apă, bioxid de azot și oxigen. Cantitatea de acid azotic descompusă fiind 126 g, iar cea de bioxid de azot obținută 92 g, să se afle cantitățile de apă și oxigen rezultate în urma descompunerii, știind că cele două cantități se află în raportul $\frac{9}{8}$. Ținînd seama că reacția chimică se produce cu o variație de masă de $1{,}44\cdot10^{-6}$ mg, să se calculeze căldura absorbită în timpul reacției (1 kcal=4 180 J).

2.29. Într-o anumită cantitate de oxid de calciu CaO se află tot atîta calciu ca și în 90 g de sulfură de calciu CaS. Raporturile de combinare fiind $\frac{Ca}{S}=\frac{5}{4}$ în sulfura de calciu și $\frac{Ca}{O}=\frac{5}{2}$ în oxidul de calciu, să se afle :

a) În ce cantități se află sulful în sulfura de calciu și oxigenul în oxidul de calciu ?

b) Care este cantitatea de oxid de calciu corespunzătoare sulfurii de calciu?

2.30. Prin topirea unei cantități *A* de bioxid de siliciu cu o cantitate *B* de oxid de calciu s-au obținut 58 g de silicat de calciu. Cantitatea *A* de bioxid de siliciu conține 14 g de siliciu. Raporturile de combinare fiind $\frac{Si}{O}=\frac{7}{8}$ în bioxidul de siliciu și $\frac{Ca}{O}=\frac{5}{2}$ în oxidul de calciu, să se afle :

a) Cantitățile *A* și *B* de bioxid de siliciu și oxid de calciu ;

b) compoziția silicatului de calciu în procente. (Se va ține seama că silicatul de calciu a rezultat în urma reacției de combinare dintre bioxidul de siliciu și oxidul de calciu).

2.31. Două materiale *A* și *B* cuprind :

$$A\begin{cases}55\%\text{ fier}\\45\%\text{ sulf}\end{cases}\quad\text{și}\quad B\begin{cases}63{,}63\%\text{ fier}\\36{,}36\%\text{ sulf}\end{cases}$$

Care din aceste materiale corespunde unui compus chimic și care este acest compus ?

Scanned with OKEN Scanner

Simbolul chimic al unui element este dat de inițiala denumirii din limba latină a elementului sau de inițială urmată de o literă caracteristică și reprezintă un atom din elementul respectiv. Exemplu : S reprezintă un atom de sulf ; Si — un atom de siliciu etc.

Formula chimică reprezintă notația unei molecule dintr-o substanță și arată compoziția calitativă și cantitativă a acelei molecule (arată elementele din care este formată substanța și cîți atomi din fiecare element intră în compoziția moleculei). Exemplu : HNO_3 reprezintă o moleculă de acid azotic și arată că aceasta este formată dintr-un atom de hidrogen, un atom de azot și trei atomi de oxigen.

Cunoscînd formula chimică a unui compus și folosind tabelele de mase atomice se poate exprima compoziția compusului chimic respectiv printr-un raport de numere întregi sau în procente. Astfel, formula oxidului de carbon este CO și arată că este formată dintr-un atom de carbon — cu masa atomică 12 — și un atom de oxigen — cu masa atomică 16,00. Compoziția oxidului de carbon va fi : 12 părți carbon și 16 părți oxigen. Raportul de combinare

$$\frac{C}{O}=\frac{12}{16}=\frac{3}{4}.$$

În procente :

$$\%C=\frac{100\cdot 3}{7}=42{,}86$$

$$\%O=\frac{100\cdot 4}{7}=57{,}14.$$

Întrucît printr-o analiză chimică se poate ști compoziția calitativă și cantitativă a unei substanțe oarecare, urmează că se poate stabili și formula chimică a substanței analizate.

De exemplu, a analiza unei substanțe s-a găsit compoziția : 36% calciu și 64% clor. Substanța este deci formată din calciu și clor, urmînd a se stabili numărul de atomi din fiecare element. Pentru a afla numărul de atomi

ai fiecărui element din moleculă, se calculează numărul de moli dintr-un element, corespunzător unui mol din celălalt element. În felul acesta se va cunoaște și cîți atomi dintr-un element corespund unui atom din celălalt element. Pentru exemplul dat : 1 mol de Ca $=40{,}08$ g ≈ 40 g ; 1 mol de $Cl_2 = 35{,}457$ g $\approx 35{,}5$ g.

Din compoziția substanței se știe că :

la 36 g Ca corespund 64 g Cl_2, atunci la 1 mol, adică
la 40 g Ca vor corespunde x g Cl_2.

De unde :

$$x = \frac{64 \cdot 40}{36} = 71 \text{ g } Cl_2 ; \quad \frac{71}{35{,}5} = 2 \text{ moli de clor atomic.}$$

Rezultă că la 1 mol de calciu atomic corespund 2 moli de clor atomic, sau la un atom de calciu corespund doi atomi de clor. Formula chimică este alcătuită deci dintr-un atom de calciu și doi atomi de clor : $CaCl_2$.

Pentru stabilirea formulei de mai sus a fost suficient a se face numai raportul numărului de atomi ai elementelor din moleculă. Această formulă chimică, care arată numai raportul numărului de atomi din moleculă, se numește formulă simplă sau empirică și ea poate fi stabilită cunoscînd compoziția substanței respective și folosind tabelele de mase atomice. Uneori însă, aceleiași formule empirice îi corespund mai multe substanțe (fapt foarte des întîlnit în chimia organică) ; în cazul acesta, trebuie să se stabilească formula reală sau moleculară a substanței, aceasta fiind formula chimică ce reprezintă numărul real al atomilor din moleculă. Formula reală (moleculară) poate fi stabilită cunoscîndu-se și masa moleculară a substanței, în afară de compoziția ei.

Formula reală este adesea identică cu formula empirică sau reprezintă un multiplu al formulei empirice. Pentru a urmări acest lucru, ne propunem a afla care este formula reală a unei substanțe cu compoziția 92% carbon și 8% hidrogen, masa ei moleculară fiind 78,05 ?

Se află mai întîi formula empirică :

La 92 g carbon corespund 8 g H_2.

La 1 mol atomic, adică la 12 g carbon, vor corespunde x g H_2.

$$x = \frac{8 \cdot 12}{92} \approx 1 \text{ g hidrogen sau 1 mol atomic de hidrogen.}$$

Deci la 1 mol de carbon corespunde 1 mol de hidrogen. Formula empirică va fi CH. Calculînd masa moleculară a acesteia, se găsește : $12+1=13$. Masa moleculară reală este însă 78,05 și este mai mare de $\frac{78{,}05}{13}$, deci de 6 ori decît acesta. Formula reală este deci un multiplu de 6 al formulei empirice, și anume $(CH)_6$ sau C_6H_6, formulă ce corespunde substanței organice numite benzen.

Folosind formula chimică a unei substanțe compuse, se pot calcula cantitățile cu care participă elementele componente într-o anumită cantitate din substanța compusă respectivă.

Exemplu. Se cere să se afle cantitățile de carbon, oxigen și calciu din 200 kg de piatră de var cu puritatea 92%.

Puritatea de 92% a pietrei de var arată că în 100 kg de piatră de var se găsesc 92 kg de carbonat de calciu pur, restul de 8 kg fiind impurități.

Printr-o regulă de trei simplă se calculează cantitatea de carbonat de calciu pur din cele 200 kg de piatră de var :

100 kg piatră de var cuprind 92 kg $CaCO_3$,

200 kg piatră de var vor cuprinde x kg $CaCO_3$.

$$x = \frac{92 \cdot 200}{100} = 184 \text{ kg } CaCO_3.$$

Cantitățile de carbon, oxigen și calciu cerute sînt cuprinse în aceste 184 kg de carbonat de calciu pur. Cunoscînd molii atomici ai elementelor :

$$C = 12 \text{ g}, \; O = 16 \text{ g și } Ca = 40 \text{ g}$$

și molul carbonatului de calciu :

$$\underset{Ca}{40} + \underset{C}{12} + \underset{O_3}{3 \cdot 16} = 100 \text{ g},$$

se face următorul raționament pentru fiecare element ; pentru carbon :

în 100 kg carbonat de calciu se cuprind 12 kg carbon,

în 184 kg carbonat de calciu se cuprind x kg carbon

$$x = \frac{12 \cdot 184}{100} = 22{,}08 \text{ kg carbon ;}$$

pentru oxigen :

$$y = \frac{184 \cdot 48}{100} = 88{,}32 \text{ kg oxigen ;}$$

și pentru calciu :

$$z = \frac{184 \cdot 40}{100} = 73{,}60 \text{ kg calciu.}$$

În cele 200 kg de piatră de var sînt cuprinse, deci :
22,08 kg carbon, 88,32 kg oxigen și 73,60 kg calciu.

3.1. La analiza unei substanțe s-a obținut următorul rezultat : 32,40% sodiu ; 22,53% sulf și 45,07% oxigen. Care este formula substanței ?

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. Putem scrie formula substanței care conține sodiu, sulf și oxigen.

$Na_xS_yO_z$, în care x, y, z reprezintă numărul de atomi al fiecărui element din moleculă.

Se calculează numărul de moli atomici, pentru fiecare element, cuprinși în 100 g de substanță.

Pentru sodiu :

1 mol sodiu = 23 g

în 100 g substanță = 32,40 g sodiu.

Știind că :

$$\text{numărul de moli} = \frac{\text{masa de substanță}}{\text{masa unui mol}}$$

obținem :

$$x = \frac{32,40}{23} = 1,4 \text{ moli sodiu.}$$

Pentru sulf :

1 mol atomic de sulf = 32 g

în 100 g substanță = 22,53 g sulf.

$$y = \frac{22,53}{32} = 0,7 \text{ moli atomici de sulf.}$$

Pentru oxigen :

1 mol atomic de oxigen = 16 g

în 100 g substanță = 45,07 g oxigen

$$z = \frac{45,07}{16} = 2,8 \text{ moli atomici de oxigen.}$$

Se scriu apoi rapoartele de combinare ale elementelor, în moli atomici.

$$x : y : z = 1,4 : 0,7 ; 2,8$$

și se împart prin cel mai mic număr — în cazul de față prin 0,7 :

$$x : y : z = \frac{1,4}{0,7} ; \frac{0,7}{0,7} ; \frac{2,8}{0,7} = 2 : 1 : 4$$

sau

$$x : y : z = 2 : 1 : 4.$$

Se înlocuiesc în formula $Na_xS_yO_z$ cifrele corespunzătoare lui x, y și z. Se obține formula căutată : Na_2SO_4.

3.2. Compoziția unei substanțe este : 24,24% carbon, 4,05% hidrogen și 71,71% clor. Să se stabilească formula moleculară a substanței, cunoscînd că densitatea vaporilor săi în raport cu aerul este 3,414.

Rezolvare. Se stabilește mai întîi formula empirică a substanței. Cunoscînd compoziția substanței, putem scrie : $C_xH_yCl_z$. Numărul de moli atomici va fi, pentru fiecare element :

$$x = \frac{24,24}{12} \approx 2 \text{ moli atomici carbon}$$

$$y = \frac{4,05}{1,008} \approx 4 \text{ moli atomici hidrogen}$$

$$z = \frac{71,71}{35,5} \approx 2 \text{ moli atomici clor.}$$

$$x : y : z = 2 : 4 : 2 = 1 : 2 : 1.$$

Formula empirică : CH_2Cl.

Se calculează masa moleculară după această formulă :

$$CH_2Cl = 12 + 2 \cdot 1 + 35,5 = 49,5.$$

Masa moleculară reală a substanței poate fi calculată din relația :

$$m = d \cdot 29,$$

În care d este densitatea vaporilor substanței în raport cu aerul. În acest caz :

$$m = d \cdot 29 = 29 \cdot 3,414 \approx 99.$$

Față de masa moleculară calculată după formulă, valoarea reală este de 2 ori mai mare : $\frac{99}{49,5} = 2$. Formula reală este un multiplu de 2 al formulei empirice : $(CH_2Cl)_2$ sau $C_2H_4Cl_2$.

3.3. Să se spună care dintre notațiile de mai jos exprimă un simbol și care o formulă chimică :

H_2 ; O ; N ; O_2
H_2O ; Ca ; CaO ; H_2SO_4 ; S ; HCl ; CO_2 ; N_2.

3.4. Să se scrie cu ajutorul simbolurilor :
1 atom de sulf, 1 moleculă de oxigen, 2 atomi de hidrogen, 5 molecule de hidrogen și 2 molecule de bioxid de carbon.

3.5. Să se arate cîți atomi din fiecare element sînt cuprinși în substanțele :
piatră de var $CaCO_3$; silicat de sodiu Na_2SiO_3 ;
azotat de amoniu NH_4NO_3 ; carbid CaC_2 ;
sulfat de aluminiu $Al_2(SO_4)_3$.

3.6. Să se scrie formulele substanțelor :

Scanned with OKEN Scanner

1) sulfură feroasă (molecula formată dintr-un atom de fier și un atom de sulf);
2) pirită (molecula formată dintr-un atom de fier și 2 atomi de sulf);
3) magnetită (2 atomi de fier și 4 atomi de oxigen);
4) criolit (1 atom de aluminiu, 6 atomi de fluor și 3 atomi de sodiu).
Să se afle compoziția procentuală și în greutate a acestor substanțe.

3.7. Care sînt cantitățile de hidrogen, sulf și oxigen conținute în 245 kg de acid sulfuric?

3.8. Să se arate de cîte ori se cuprinde mai mult oxigen în trioxidul de sulf SO_3 decît în bioxidul de sulf SO_2.

3.9. Azotul poate forma cu oxigenul următorii oxizi: protoxidul de azot N_2O, oxidul de azot NO, trioxidul de azot N_2O_3, bioxidul de azot NO_2 și pentaoxidul de azot N_2O_5.

Să se calculeze compoziția fiecărui oxid în parte și să se arate de cîte ori cantitatea de oxigen dintr-o moleculă de NO, N_2O_3, NO_2 și N_2O_5 este mai mare decît cantitatea de oxigen cuprinsă într-o moleculă deN_2O.

3.10. Hidrogenul sulfurat este o substanță compusă, care conține în molecula sa hidrogen și sulf, astfel că hidrogenului îi revin 2 unități atomice de masă. Știind că în molecula hidrogenului sulfurat conținutul procentual în sulf este de 94,12%, să se afle masa moleculară a hidrogenului sulfurat.

3.11. Un minereu de galenă cu un conținut în sulfură de plumb PbS de 80% cîntărește 1,25 kg. Ce cantitate de plumb cuprinde minereul?

3.12. În care dintre compușii: sulfat de aluminiu $Al_2(SO_4)_3$, oxid de aluminiu Al_2O_3 și clorură de aluminiu $AlCl_3$ se află un conținut procentual de aluminiu mai ridicat?

3.13. Într-o anumită cantitate de clorură de calciu $CaCl_2$ este conținut atîta calciu cît este conținut în 224 g de oxid de calciu CaO. Să se afle cît clor — în grame — este cuprins în această cantitate de clorură de calciu.

3.14. Un minereu de fier conține 85% oxid feric (Fe_2O_3) și 15% bioxid de siliciu (SiO_2). Cît fier și cît siliciu se găsesc în 2 t din acest minereu?

3.15. Din ce cantitate de piatră de var $CaCO_3$ se pot obține prin descompunere 106,4 kg de var nestins CaO, dacă randamentul în oxid de calciu este de 95%?

3.16. Dizolvînd sare de bucătărie în apă, s-a obținut un amestec de 382,5 g, care cuprinde 115 g sodiu. Să se afle:
a) Ce cantitate de apă și ce cantitate de sare de bucătărie formează amestecul respectiv?
b) În ce cantitate se găsește elementul hidrogen în acest amestec?

3.17. Un minereu de bauxită naturală conține 40% oxid de aluminiu Al_2O_3. Să se afle cît aluminiu este conținut într-o cantitate de 1 275 kg din acest minereu.

Scanned with OKEN Scanner

3.18. Un anumit sort de ciment are următoarea compoziție procentuală: 40% oxid de calciu CaO, 40% oxid de aluminiu Al_2O_3, 10% oxid feric Fe_2O_3 și 10% bioxid de siliciu SiO_2. Să se afle cît oxigen conțin 140 kg din acest sort de ciment.

3.19. Unui minereu îi corespunde formula chimică $CaO \cdot 2SiO_2 \cdot Al_2O_3$. Să se calculeze:

a) Conținutul procentual pentru fiecare element.

b) conținutul procentual pentru fiecare oxid component.

(Indicație: Pentru calcularea conținutului procentual de bioxid se va ține seama că molecula compusului este formată din o moleculă de oxid de calciu CaO, două molecule de bioxid de siliciu $2SiO_2$ și o moleculă de oxid de aluminiu Al_2O_3 și se va raporta masa moleculară a oxidului la masa moleculară a minereului).

3.20. Argila are compoziția chimică corespunzătoare formulei $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Să se calculeze:

a) Conținutul procentual de oxigen și siliciu din argilă.

b) Conținutul procentual al oxidului de aluminiu și al bioxidului de siliciu.

3.21. Magneziul se găsește în scoarța pămîntului în special sub formă de dolomită, care corespunde formulei $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, și sub formă de magnezită care corespunde formulei $MgCO_3$. Să se calculeze în ce cantitate de dolomită cu puritatea 80% se află tot atîta magneziu ca și în 120 kg de magnezită cu puritatea 70%.

Care este conținutul de calciu și magneziu din cantitatea de dolomită aflată?

3.22. Compusul natural de aluminiu numit criolit are formula $AlF_3 \cdot 3NaF$.

Să se calculeze:

a) Conținutul procentual de fluor în compus.

b) Conținutul procentual de fluorură de aluminiu AlF_3 și de fluorură de sodiu NaF.

c) Cunoscînd formula criolitului, să se calculeze cît aluminiu vor conține 15 kg dintr-un sort de minereu de criolit de puritate 80%.

3.23. Să se stabilească formula empirică a sulfurii de carbon, cunoscînd că are compoziția: 15,8% carbon și 84,2% sulf.

3.24. Într-o substanță compusă, formată din calciu și oxigen, raportul de combinare este $\frac{Ca}{O} = \frac{5}{2}$. Care este această substanță și să se stabilească formula ei.

3.25. Azotul formează cu oxigenul cinci oxizi. Într-unul dintre acești oxizi, la 7 părți azot corespund 16 părți oxigen. Să se stabilească formula acestui oxid de azot.

3.26. Care este formula substanței a cărei compoziție procentuală este: 50% sulf și 50% oxigen?

Scanned with OKEN Scanner

3.27. Oxidul feros FeO și oxidul feric Fe_2O_3 sînt doi oxizi ai fierului. Să se arate cărui oxid îi corespunde compoziția: 70% fier și 30% oxigen.

3.28. La analiza unei substanțe compuse s-au determinat elementele cupru, sulf și oxigen în următoarele rapoarte Cu : S : O = 2 : 1 : 2. Care este formula substanței analizate?

3.29. La analiza unei substanțe s-a găsit următoarea compoziție procentuală: 27,38% sodiu, 1,19% hidrogen, 14,28% carbon și 57,14% oxigen. Să se stabilească formula substanței.

3.30. Care este formula moleculară a compusului organic care are compoziția: 93,75% carbon și 6,25% hidrogen? (Masa moleculară a substanței a fost determinată experimental, fiind egală cu 128).

3.31. Care este formula moleculară a substanței care cuprinde la o parte hidrogen 6 părți carbon și 40 părți brom, masa moleculară a substanței fiind egală cu 188?

3.32. Masa moleculară a unei substanțe este egală cu 180. Care este formula moleculară a substanței, știind că elementele componente sînt hidrogenul, carbonul și oxigenul și că unei părți hidrogen îi corespund 6 părți carbon și 8 părți oxigen?

3.33. O substanță organică conține în molecula ei de trei ori mai mulți atomi de hidrogen decît de carbon. Masa moleculară a substanței fiind egală cu 30, să i se stabilească formula reală, molecula substanței respective fiind formată numai din carbon și hidrogen.

3.34. O hidrocarbură conține numai carbon și hidrogen, iar prin arderea ei rezultă bioxid de carbon și apă. Arzînd complet 5,2 g dintr-o hidrocarbură s-au obținut 17,6 g de bioxid de carbon. Care este formula moleculară a hidrocarburii, masa ei moleculară fiind egală cu 26?

3.35. O substanță organică conține hidrogen și carbon în raportul $\frac{1}{4}$. Să se stabilească formula moleculară a substanței, știind că densitatea ei în raport cu hidrogenul este 15.

3.36. Formulele silicaților pot fi scrise sub formă de combinații ale oxizilor. (Silicatul de calciu $CaSiO_3$ se poate scrie $CaO \cdot SiO_2$).

Compoziția procentuală a unui silicat fiind: 16,9% oxid de potasiu K_2O, 18,34% oxid de aluminiu Al_2O_3 și 64,74% bioxid de siliciu SiO_2, să i se stabilească formula sub formă de combinații ale oxizilor.

3.37. Hidrura de siliciu este un compus format numai din hidrogen și siliciu. Prin arderea a 6,2 g hidrură de siliciu s-au obținut 12 g bioxid de siliciu. Care este formula moleculară a hidrurii de siliciu, dacă densitatea ei în raport cu aerul este 2,14? (Si = 28; O = 16; H = 1).

3.38. O substanță compusă, pură și anhidră, formată din sodiu, carbon și oxigen conține 43,4% sodiu și 11,32% carbon.

Scanned with OKEN Scanner

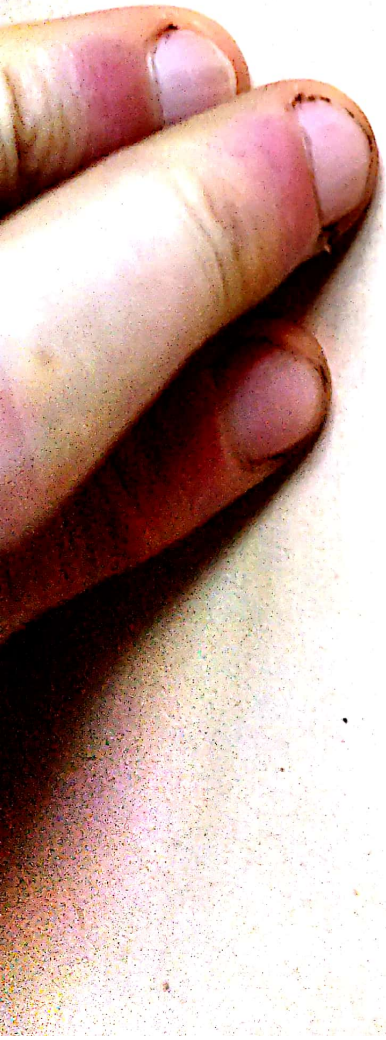
a) Care este formula acestei substanțe ?

b) Să se stabilească formula brută a cristalohidratului acestei substanțe, știind că la calcinarea a 14,3 g de cristalohidrat se obțin 5,3 g de substanță anhidră.

3.39. Manganina este un aliaj format din cupru, mangan și nichel cu o compoziție procentuală de : 84% cupru, 12% mangan și 4% nichel. Manganul necesar este obținut prin aluminotermie din Mn_3O_4, cuprul este obținut din $CuFeS_2$ de puritate 72%, iar nichelul din NiO de puritate 98%, prin reducere cu cărbune.

a) Să se calculeze cantitățile de $CuFeS_2$, Mn_3O_4 și NiO necesare pentru obținerea a 50 g de manganină.

b) Știind că la analiza aliajului cuprul a fost transformat în $CuNO_3$, manganul în $MnSO_4$, iar nichelul în $NiCl_2$, să se calculeze cantitățile din aceste substanțe obținute din manganina de la punctul *a*).



Scanned with OKEN Scanner

IV. Echivalenții

Echivalentul unui element este numărul care arată cîte părți în greutate de acel element pot lega sau înlocui, într-o reacție chimică, 8 părți în greutate de oxigen sau 1,008 părți în greutate de hidrogen.

Elementele reacționează între ele în cantități echivalente: se combină între ele sau se înlocuiesc unele pe altele în cantități proporționale cu echivalenții lor (legea echivalenților).

Masa atomică, echivalentul și valența unui element sînt legate între ele prin relația:

$$A = E \cdot n$$

$$E = \frac{A}{n}$$

unde:

A este masa atomică;
E — echivalentul;
n — valența.

Din definiție rezultă că echivalentul oxigenului este 8, iar al hidrogenului 1,008 sau rotunjit 1. Pentru celelalte elemente, echivalenții pot fi determinați din compoziția combinației elementului respectiv cu oxigenul sau hidrogenul.

De asemenea, echivalentul unui element se poate afla din compoziția combinației lui cu alt element, al cărui echivalent este cunoscut. Astfel, știind că 1,8 părți în greutate de aluminiu se leagă chimic cu 7,1 părți în greutate de clor, iar echivalentul clorului [E_{Cl}] este 35,5, se poate determina echivalentul aluminiului [E_{Al}], scriind proporția:

$$\frac{E_{Al}}{E_{Cl}} = \frac{1{,}8}{7{,}1} \text{ sau } \frac{E_{Al}}{35{,}5} = \frac{1{,}8}{7{,}1},$$

de unde

$$E_{Al}=\frac{35,5\cdot 1,8}{7,1}=9.$$

Cunoscînd echivalentul unui element într-un anumit compus chimic şi valenţa lui în acelaşi compus, se poate afla masa atomică a elementului, folosind relaţia :

$$A=E\cdot n.$$

Astfel echivalentul sulfului în hidrogenul sulfurat fiind 16 şi valenţa lui 2, masa atomică A va fi egală cu : $16\cdot 2=32$.

Echivalenţii substanţelor compuse se calculează astfel :

— echivalentul unui acid se calculează împărţind masa moleculară a acidului la bazicitatea lui. Astfel, echivalentul acidului ortofosforic va fi :

$$E_{H_3PO_4}=\frac{\text{masa moleculară}}{\text{bazicitate}}=\frac{98}{3}\approx 32,7\ ;$$

— echivalentul unei baze se calculează împărţind masa moleculară a bazei la numărul grupelor hidroxil. De exemplu, echivalentul hidroxidului de bariu este :

$$E_{Ba(OH)_2}=\frac{137+(16+1)2}{2}=85,5\ ;$$

— echivalentul unei sări se calculează împărţind masa moleculară a sării la produsul dintre numărul atomilor de metal din molecula de sare şi valenţa metalului. Echivalentul fosfatului tricalcic $C_{a_3}(PO_4)_2$ se va calcula astfel :

$$E_{Ca_3(PO_4)_2}=\frac{3\cdot 40+2(31+16\cdot 4)}{3\cdot 2}=\frac{310}{6}=51,66.$$

Legea echivalenţilor este aceeaşi şi pentru substanţele simple şi pentru cele compuse : *substanţele reacţionează între ele în cantităţi proporţionale cu echivalenţii lor.* Ca şi în cazul elementelor, se poate afla echivalentul unei substanţe compuse, cunoscîndu-se raportul în care reacţionează această substanţă cu oricare altă substanţă al cărei echivalent este cunoscut.

În reacţiile de neutralizare, care sînt reacţii cu schimb de protoni, echivalentul substanţei ce participă la reacţie reprezintă cantitatea de substanţă care se combină cu un proton —ion de hidrogen. Totodată se ţine seama de reacţia chimică la care participă substanţa. De exemplu : acidul ortofosforic poate da două reacţii cu hidroxidul de sodiu :

Scanned with OKEN Scanner

1) $H_3PO_4 + NaOH = NaH_2PO_4 + H_2O$

sau

2) $H_3PO_4 + 2NaOH = Na_2HPO_4 + 2H_2O$.

În prima reacție echivalentul acidului ortofosforic este:

$E_{H_3PO_4} = \frac{\text{masa moleculară}}{1} = 98$, deoarece acidul ortofosforic participă în această reacție cu un singur proton.

În a doua reacție:

$E_{H_3PO_4} = \frac{\text{masa moleculară}}{2} = 49$, acidul ortofosforic reacționînd în acest caz cu 2 protoni (ioni de hidrogen).

În reacțiile de oxido-reducere, prin echivalent se înțelege cantitatea de substanță care reacționează cu un electron. Se ține seamă că unui atom de oxigen îi corespund 2 electroni. Astfel, în reacția:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O + 5O$$

ecuația chimică arată că două molecule de permanganat de potasiu pun în libertate 5 atomi de oxigen, cărora le corespund 10 electroni. La o moleculă de permanganat de potasiu vor corespunde 5 electroni, iar echivalentul chimic va fi:

$$E_{KMnO_4} = \frac{\text{masa moleculară}}{5} = \frac{158}{5} = 31,6$$

Numărul de electroni se mai poate stabili urmărind variația valenței manganului de la +7 la +2.

În general, pentru oxidanți și reducători echivalentul se calculează împărțind masa moleculară la numărul electronilor captați sau cedați. De exemplu, în reacția:

$$5HClO_3 + 6P + 9H_2O = 5HCl + 6H_3PO_4$$

urmărind variația valenței clorului din substanța oxidantă $-HClO_3-$ se observă că acesta acceptă 6 electroni, trecînd de la valența +5 la valența −1. Echivalentul va fi:

$$E_{HClO_3} = \frac{84,5}{6} = 14,08.$$

În același timp fosforul își schimbă valența de la 0 la +5, fiind un reducător. Echivalentul va fi:

$$E_P = \frac{31}{5} = 6,2$$

De reținut că unele elemente formează mai mulți compuși cu același element. În aceste cazuri, echivalentul va avea valori diferite după compusul format. Astfel, cuprul formează cu oxigenul oxidul cupros Cu_2O și oxidul cupric CuO. În oxidul cupros, compoziția procentuală este: 88,8% cupru și 11,2% oxigen. Echivalentul cuprului în acest caz este dat de proporția:

$$\frac{E_{Cu}}{E_O}=\frac{88,8}{11,2} \text{ care dă valoarea: } E_{Cu}=\frac{8\cdot 88,8}{11,2}=63,6.$$

În oxidul cupric, compoziția procentuală este: 79,9% cupru și 20,1% oxigen, iar poporția va fi:

$\frac{E_{Cu}}{E_O}=\frac{79,9}{20,1}$ de unde rezultă altă valoare pentru echivalentul cuprului, și anume

$$E_{Cu}=\frac{8\cdot 79,9}{20,1}=31,8.$$

4.1. Calciul formează cu oxigenul oxidul de calciu, a cărui compoziție procentuală este: 71,43% calciu și 28,57% oxigen. Să se determine echivalentul calciului.

Rezolvare. Din legea echivalenților rezultă că cele două cantități procentuale de calciu și oxigen sînt proporționale cu echivalenții elementelor. Notînd cu E_{Ca} echivalentul calciului și cu E_O echivalentul oxigenului, se poate scrie proporția:

$\frac{E_{Ca}}{E_O}=\frac{71,43}{28,57}$; înlocuind pe E_O cu valoarea lui $\left(E_O=\frac{16}{2}=8\right)$,

se obține:

$$\frac{E_{Ca}}{8}=\frac{71,43}{28,57}, \text{ de unde: } E_{Ca}=\frac{8\cdot 71,43}{28,57}=20.$$

4.2. Să se determine echivalentul carbonului, știind că 7,5 g de carbon se combină cu 20 g de oxigen.

Rezolvare. Conform legii echivalenților, se scrie:

$\frac{E_C}{E_O}=\frac{7,5}{20}$, în care E_C este echivalentul carbonului.

E_O fiind egal cu 8, se obține:

$$E_C=\frac{7,5\cdot 8}{20}=3.$$

4.3. Să se determine echivalentul clorurii ferice $FeCl_3$, știind că 2,71 g de clorură ferică reacționează cu 2 g de hidroxid de sodiu. (Se cunoaște echivalentul hidroxidului de sodiu, care este egal cu 40.)

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. Din legea echivalenților rezultă proporția:

$$\frac{E_{FeCl_3}}{E_{NaOH}} = \frac{2{,}71}{2} \text{ sau } \frac{E_{FeCl_3}}{40} = \frac{2{,}71}{2}, \text{ de unde } E_{FeCl_3} = 54{,}2.$$

4.4. Compoziția procentuală a oxidului de aluminiu este 52,94% aluminiu și 47,06% oxigen. Cunoscînd că echivalentul oxigenului este 8, să se afle echivalentul aluminiului.

4.5. Compoziția amoniacului este: 82,35% azot și 17,65% hidrogen. Să se afle echivalentul azotului în acest compus.

4.6. Folosindu-se masele atomice, să se calculeze echivalenții următoarelor elemente: cadmiu (valența 2), siliciu (valența 4) și carbon (valența 4).

4.7. Care este masa atomică a magneziului, dacă echivalentul lui este 12, iar valența 2? Dar masa atomică a aluminului? ($E_{Al}=9$, iar valența Al este 3.)

4.8. Prin reacția dintre acidul clorhidric și 18 g de aluminiu s-au degajat 22,223 l de hidrogen. Să se calculeze echivalentul aluminiului. (1 l de hidrogen cîntărește 0,09 g.)

4.9. 1,41 g de fier înlocuiesc 1,6 g de cupru dintr-o soluție ce conține sulfat de cupru. Care este echivalentul fierului, echivalentul cuprului fiind 31,77?

4.10 Cantitatea de 3,2 g calciu înlocuiește într-un acid de două ori mai mult hidrogen decît 2,62 g de zinc. Echivalentul zincului fiind 32,5, să se afle echivalentul calciului.

4.11. Ce cantitate de fier înlocuiește într-un acid 0,18 g de hidrogen? (Echivalentul fierului este 28.)

4.12. Folosind valorile numerice ale echivalenților hidrogenului și oxigenului, să se afle ce cantitate de apă rezultă prin reacția dintre oxigen și 5,6 l de hidrogen ($\rho_{H_2}=0{,}09$ g/l).

4.13. În 27,47 g iodură de potasiu se cuprind 21 g de iod, al cărui echivalent este 127. Care este echivalentul potasiului?

4.14. 14,9 g de clorură de potasiu conțin 7,1 g de clor. Reacționînd cu azotatul de argint, această cantitate de clorură de potasiu formează 28,7 g de clorură de argint. Echivalentul potasiului fiind 39, să se calculeze echivalentul argintului.

4.15. În reacția dintre hidroxidul de sodiu și 10,7 g de clorură de amoniu, ce conține 66,34% clor, s-au format 11,7 g de clorură de sodiu. Care este echivalentul sodiului, dacă echivalentul clorului este 35,5?

4.16. În 2 g de oxid cupric sînt conținute 1,6 g cupru. Aceeași cantitate de cupru este cuprinsă în 3,375 g de clorură cuprică. Care este echivalentul clorului? ($E_O=8$.)

Scanned with OKEN Scanner

4.17. Arzînd 6 g de magneziu, s-a consumat un volum de aer echivalent cu 14 l în condiții normale. Care este echivalentul magneziului? ($E_O=8$; 1 l oxigen cîntărește 1,43 g. Conținutul de oxigen în aer este de 1/5.)

4.18. Ce volum de hidrogen se degajă în reacția dintre zinc și 15,6 g de acid clorhidric? (Echivalentul acidului clorhidric este 36,5.)

4.19. Cunoscînd masele atomice ale elementelor să se calculeze echivalentul hidroxidului feric $Fe(OH)_3$.

4.20. O cantitate de 2 g de hidroxid de sodiu reacționează complet cu 3,375 g de clorură cuprică. Care este echivalentul clorurii cuprice? (Echivalentul hidroxidului de sodiu este 40.)

4.21. 4,5 g dintr-un acid sînt neutralizate de 4 g de hidroxid de sodiu, al cărui echivalent este 40. Să se calculeze echivalentul acidului.

4.22. Acidul azotic reacționează cu 11,2 g de hidroxid de potasiu și formează 20,2 g de azotat de potasiu și 3,6 g de apă. Care este echivalentul acidului azotic? (Echivalentul KOH=56.)

4.23. Bioxidul de sulf conține 50% sulf, iar trioxidul de sulf conține 40% sulf. Să se afle echivalenții sulfului, plecînd de la compoziția celor doi oxizi și știind că echivalentul oxigenului este 8.

4.24. În doi oxizi ai staniului conținutul în staniu este de 78,6%, respectiv 88,2%. Să se stabilească echivalenții staniului în cei doi oxizi și raportul valorilor obținute. ($E_O=8$.)

4.25. Se dau următoarele reacții de oxido-reducere:

$$H_2SO_3+8HI=4I_2+H_2S+4H_2O$$

$$2KMnO_4+5(COOH)_2+3H_2SO_4=K_2SO_4+2MnSO_4+10CO_2+8H_2O$$

a) Să se urmărească variația valenței elementului sulf din prima reacție și a elementului mangan din cea de a doua reacție.
b) Pentru acidul sulfuric și permanganatul de potasiu să se stabilească echivalenții lor în aceste reacții

4.26. Să se stabilească echivalenții chimici ai acizilor, bazelor și sărurilor din următoarele reacții de neutralizare:

$$3H_2SO_4+2Al(OH)_3=Al_2(SO_4)_3+6H_2O$$

$$2H_2SO_3+CaCO_3=Ca(HSO_3)_2+CO_2+H_2O$$

$$H_2S+NaOH=NaHS+H_2O$$

4.27. Pentru următoarele reacții de oxido-reducere:

$$3As_2S_3+28HNO_3+4H_2O=6H_3AsO_4+9H_2SO_4+28NO$$

$$4HClO_3+3H_2S=4HCl+3H_2SO_4$$

$$3SbCl_3+KIO_3+6HCl=3SbCl_5+KI+3H_2O,$$

să se stabilească echivalenții substanțelor oxidante și reducătoare.

V. Ecuaţia chimică

Ecuaţia chimică este o egalitate între cantităţile substanţelor intrate şi ieşite dintr-o reacţie chimică, scrisă cu ajutorul simbolurilor şi formulelor chimice. Într-o reacţie chimică, substanţele participă sub formă moleculară. Este necesar, de aceea, să se cunoască formulele acestor substanţe. Se poate spune că elementele care se prezintă la temperatură şi presiune normală în stare gazoasă au molecula formată din doi atomi. Astfel, oxigenul, hidrogenul, clorul vor avea formulele moleculare : O_2, H_2, Cl_2. Gazele rare (heliu, neon, argon etc.), aşezate în grupa a VIII-a a sistemului periodic şi vaporii metalelor sînt monoatomice, astfel că şi formulele lor moleculare vor fi scrise sub formă atomică. De exemplu : heliul, zincul, sodiul vor avea formulele moleculare He, Zn, Na.

Ecuaţia chimică are doi membri : membrul din stînga (membrul I), în care se scriu formulele substanţelor ce intră în reacţie, şi membrul din dreapta (membrul II), în care se scriu formulele substanţelor rezultate din reacţie. De exemplu : hidroxidul de aluminiu $Al(OH)_3$ reacţionează cu acidul sulfuric H_2SO_4 şi formează sulfat de aluminiu $Al_2(SO_4)_3$ şi apă :

$$Al(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O.$$

Pentru respectarea legii conservării masei, va trebui ca numărul atomilor unui element din membrul I să fie egal cu numărul atomilor aceluiaşi element din membrul II. Egalarea numărului de atomi se realizează cu ajutorul coeficienţilor. În cazul de faţă se obţine egalitatea :

$$2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O.$$

Alt exemplu : acidul clorhidric reacţionează cu zincul şi formează clorură de zinc şi hidrogen :

$$2HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2.$$

Această ecuaţie arată că 2 molecule de acid clorhidric reacţionează cu un atom de zinc şi formează o moleculă de clorură de zinc şi o moleculă de

hidrogen sau — ceea ce este același lucru — 2 moli de acid clorhidric reacționează cu un mol de zinc și formează 1 mol de clorură de zinc și un mol de hidrogen. Calculînd molii ce participă la reacție, găsim:

2 moli HCl = 2 (1 + 35,5) = 73 g (se folosesc masele atomice rotunjite)
1 mol Zn = 65 g
1 mol $ZnCl_2$ = 65 + 2 · 35,5 = 136 g
1 mol H_2 = 2 · 1 = 2 g.

În acest caz, ecuația chimică arată că 73 g de acid clorhidric, reacționînd cu 65 g de zinc, formează 136 g de clorură de zinc și 2 g de hidrogen, aceste numere reprezentînd raporturile maselor în care substanțele participă la reacție. Cu ajutorul lor se poate calcula — printr-o regulă de trei simplă — cantitatea de hidrogen, clorură de zinc sau acid clorhidric.

Presupunînd că se cere să se afle — cu ajutorul reacției de mai sus — — cantitatea de hidrogen ce rezultă din 78 g de zinc, se face următorul raționament:

Din ecuație rezultă că:
65 g zinc corespund la 2 g hidrogen
78 g zinc vor corespunde la x g hidrogen.

Scriind proporția:

$$\frac{65}{78} = \frac{2}{x}$$

și rezolvînd, obținem:

$$x = \frac{78 \cdot 2}{65} = 2{,}4 \text{ g hidrogen.}$$

În general, ecuația chimică și formulele cuprinse în ecuație dau posibilitatea de a se calcula cantitățile de substanță care intră într-o reacție chimică și cantitățile ce rezultă din acea reacție.

Aceste calcule, care folosesc formulele și ecuațiile chimice în rezolvarea diferitelor probleme de practică chimică, formează o ramură a chimiei numită *stoechiometrie.*

Dacă într-o reacție chimică participă gaze sau vapori, atunci ecuația chimică arată nu numai raporturile maselor substanțelor, ci și raporturile lor în volume. De exemplu: metanul prin ardere formează bioxid de carbon și apă:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$
1 vol. 2 vol. 1 vol.

În ecuație, coeficienții arată volumele substanțelor în stare gazoasă ce participă la reacție. Astfel, cunoscînd că 2 volume de oxigen se consumă

pentru obținerea unui volum de bioxid de carbon (conform reacției), se poate calcula volumul de oxigen consumat sau volumul de bioxid de carbon obținut, cînd se cunoaște unul dintre cele două volume.

Să presupunem că se cere să se afle ce volum de oxigen se consumă în reacția de mai sus pentru obținerea a 7 l de bioxid de carbon.

Din ecuație știm că:
1 volum (1 l) de CO_2 consumă 2 volume (2 l) de oxigen; pentru cantitatea de 7 l de bioxid de carbon se vor consuma x l de oxigen.

Scriind proporția: $\frac{1}{7}=\frac{2}{x}$ se obține $x=14$ l oxigen.

În calculele chimice, cantitățile substanțelor care iau parte la reacție pot fi exprimate în orice unități de masă sau volum, cu condiția ca toate unitățile ce intră în calcul să fie de același fel. Astfel, dacă în exemplul dat s-ar fi cerut oxigenul consumat pentru obținerea a 7 cm^3 de bioxid de carbon, raționamentul ar fi fost:

1 volum (1 cm^3) de CO_2 consumă 2 volume (2 cm^3) de oxigen; pentru 7 cm de bioxid de carbon se vor consuma x cm^3 de oxigen sau:

$$x=\frac{7\cdot 2}{1}=14 \text{ cm}^3 \text{ oxigen.}$$

5.1 Carbonatul de calciu se descompune prin încălzire în bioxid de carbon CO_2 și var nestins CaO, iar varul nestins cu apa formează varul stins $Ca(OH)_2$. Să se afle:

a) Ce cantitate de carbonat de calciu este necesară pentru obținerea a 20 l de bioxid de carbon, dacă se cunoaște că 1 l CO_2 cîntărește 1,97 g?

b) Ce cantitate de calcar natural, care conține 80% carbonat de calciu, este necesar pentru a obține 37 kg var stins?

Rezolvare. a) Inițial se scrie ecuația reacției de obținere a bioxidului de carbon din carbonatul de calciu:

$$CaCO_3=CaO+CO_2$$

Ecuația arată că 1 mol CO_2 se obține dintr-un mol $CaCO_3$.
Se calculează apoi molii celor două substanțe:

$$1 \text{ mol } CaCO_3=40+12+3\cdot 16=100 \text{ g};$$

$$1 \text{ mol } CO_2=12+2\cdot 16=44 \text{ g}.$$

Printr-o regulă de trei simplă se calculează cantitatea de $CaCO_3$ necesară obținerii bioxidului de carbon:

din ecuație se știe că : 1 mol CO_2 se obține dintr-un mol $CaCO_3$ sau :

44 g CO_2 se obțin din 100 g $CaCO_3$.

20 l CO_2 se vor obține din x g $CaCO_3$.

Se vede clar că pentru a scrie proporția este necesar să se transforme cantitatea de bioxid de carbon din litri în grame. Un litru CO_2 cîntărind 1,97 g, 20 l CO_2 vor cîntări :

$$20 \cdot 1{,}97 = 39{,}4 \text{ g.}$$

În raționamentul făcut mai sus, se înlocuiește cantitatea de 20 l CO_2 cu 39,4 g și se scrie proporția:

$$\frac{44}{39{,}4} = \frac{100}{x}.$$

Rezolvînd se găsește : $x = \frac{100 \cdot 39{,}4}{44} = 89{,}5$ g $CaCO_3$.

b) Se scriu ecuațiile reacțiilor cu ajutorul cărora se obține varul stins :

1) $CaCO_3 = CaO + CO_2$;
2) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$.

Din cele două ecuații rezultă că 1 mol de var stins se obține dintr-un mol de var nestins, iar acesta, la rîndul lui, se obține dintr-un mol de carbonat de calciu. Transformările se pot scrie :

1 mol $CaCO_3 \rightarrow$ 1 mol $CaO \rightarrow$ 1 mol $Ca(OH)_2$

sau

1 mol $CaCO_3 \rightarrow$ 1 mol $Ca(OH)_2$.

Se calculează molii pentru varul stins și carbonatul de calciu :

1 mol $Ca(OH)_2 = 40 + 2(16 + 1) = 74$ g ;
1 mol $CaCO_3 = 100$ g.

Se calculează cantitatea de carbonat de calciu necesară obținerii a 37 kg de var stins :

1 mol $Ca(OH)_2$ se obține dintr-un mol $CaCO_3$
sau 74 kg $Ca(OH)_2$ se obțin din 100 kg $CaCO_3$.
37 kg $Ca(OH)_2$ se vor obține din x kg $CaCO_3$.
De unde :

$$x = \frac{37 \cdot 100}{74} = 50 \text{ kg } CaCO_3$$

Ținînd seama de puritatea de 80% se calculează, printr-o regulă de trei simplă, cantitatea de calcar natural corespunzător celor 50 kg de carbonat de calciu pur. Se găsește proporția : $\frac{80}{50} = \frac{100}{x}$

sau

$$x = \frac{50 \cdot 100}{80} = 62{,}5 \text{ kg calcar.}$$

5.2. Să se stabilească coeficienții și să se înlocuiască săgețile prin semnul egalității în următoarele scheme de reacții :

a) Carbidul CaC_2 cu apă formează acetilenă C_2H_2 ;

$$CaC_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2.$$

b) Înlocuirea cuprului din clorura de cupru $CuCl_2$ de către zinc :

$$CuCl_2 + Zn \rightarrow ZnCl_2 + Cu.$$

c) Arderea gazului metan (CH_4) :

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O.$$

d) Arderea oxidului de carbon (CO) :

$$CO + O_2 \rightarrow CO_2.$$

e) Acțiunea acidului clorhidric asupra calcarului $CaCO_3$, formîndu-se clorura de calciu $CaCl_2$, bioxid de carbon și apă :

$$CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O.$$

f) Bioxidul de staniu SnO_2 este redus de hidrogen la staniu :

$$SnO_2 + H_2 \rightarrow Sn + H_2O.$$

g) Oxidul de carbon reduce oxidul de fier Fe_3O_4 la fier :

$$Fe_3O_4 + CO \rightarrow Fe + CO_2.$$

h) Hidroxidul de calciu $Ca(OH)_2$ și acidul clorhidric, reacționînd, formează clorură de calciu și apă :

$$Ca(OH)_2 + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O.$$

5.3. Să se scrie ecuațiile următoarelor reacții :

a) Arderea magneziului cu formare de oxid de magneziu MgO.

b) Arderea fierului cu formare de oxid de fier Fe_3O_4.

c) Înlocuirea hidrogenului din acidul clorhidric de către aluminiu.

d) Acțiunea bioxidului de carbon CO_2 asupra soluției de hidroxid de calciu $Ca(OH)_2$ cu formare de carbonat de calciu $CaCO_3$ și apă.

e) Acidul sulfuric H_2SO_4 reacționează cu hidroxidul de sodiu NaOH și formează sulfat de sodiu Na_2SO_4 și apă.

Scanned with OKEN Scanner

f) Reducerea oxidului de fier Fe_3O_4 la fier cu cărbune.
g) Reducerea bioxidului de plumb PbO_2 la plumb cu oxid de carbon.
h) Reacţia dintre hidroxidul de crom $Cr(OH)_3$ şi acidul sulfuric cu formare de sulfat de crom $Cr_2(SO_4)_3$.

5.4. Cîtă pilitură de fier şi cît sulf trebuie să se încălzească ca să se obţină 158,4 kg de sulfură feroasă ?

5.5. Acetilena prin ardere formează bioxid de carbon şi apă. Să se scrie ecuaţia reacţiei şi să se calculeze cîţi litri de bioxid de carbon (măsuraţi în condiţii normale) se formează prin arderea a 6 l de acetilenă.

5.6. Fierul se combină cu clorul şi formează clorura ferică $FeCl_3$. Să se afle ce cantitate de clorură ferică se obţine din 20 g de fier şi cît clor este necesar pentru formarea acestei cantităţi.

5.7. Antracitul este un cărbune natural, ce conţine 95% carbon. Ce cantitate de bioxid de carbon s-a obţinut, arzînd 20 kg de antracit ?

5.8. Să se scrie ecuaţia reacţiei de descompunere a acidului carbonic şi să se calculeze cîtă apă şi cît bioxid de carbon se obţin prin descompunere dintr-o soluţie ce conţine 1,55 g de acid carbonic.

5.9. Acidul sulfuric H_2SO_4 se descompune prin încălzire în trioxid de sulf SO_3 şi apă. Ce cantitate de acid sulfuric trebuie descompusă pentru a obţine tot atîta apă cît se obţine arzînd 5 g de hidrogen curat în oxigen ?

5.10. La temperatură înaltă, carbonul se combină cu hidrogenul şi formează metan. Să se scrie ecuaţia reacţiei şi să se calculeze cîţi litri de gaz metan se obţin prin combinarea carbonului cu 7 l de hidrogen.

5.11. În condiţii speciale, azotul se combină cu hidrogenul şi formează amoniac NH_3. Să se afle :

a) Cît amoniac se obţine din 3 l de azot şi 10 l de hidrogen ?
b) Care este substanţa care nu participă în întregime la reacţie şi în ce cantitate ? (Azotul, hidrogenul şi amoniacul sînt gaze).

5.12. Fierul, arzînd în oxigen, formează oxidul feroferic Fe_3O_4. Să se scrie ecuaţia reacţiei şi să se calculeze cît fier şi cît oxigen este necesar pentru a se obţine 58 g de oxid feroferic ?

5.13. Cîţi moli de zinc trebuie să reacţioneze cu acidul clorhidric pentru a forma o cantitate de hidrogen egală cu cantitatea rezultată din reacţia dintre acidul clorhidric şi un mol de aluminiu ?

5.14. Amoniacul arde în oxigen curat, formîndu-se azot şi apă ; ecuaţia reacţiei este : $4NH_3+3O_2=2N_2+6H_2O$. Amoniacul, azotul şi oxigenul sînt gaze.
Să se afle :
a) Cîţi litri de azot (măsuraţi în condiţii normale) se obţin arzînd 12 l de amoniac ?

Scanned with OKEN Scanner

b) Cîte grame de azot se obțin arzînd aceeași cantitate de amoniac ? (1 l de amoniac cîntărește 0,76 g).

c) Ce cantitate de oxigen (în litri și în grame) s-a consumat la arderea celor 12 l de amoniac ?

5.15. Cloratul de potasiu $KClO_3$ se descompune după ecuația :

$$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2.$$

Cîte grame de clorat de potasiu trebuie să se descompună pentru a se obține 50 l de oxigen, măsurați în condiții normale ? (1 l de oxigen cîntărește 1,43 g).

5.16. Cunoscînd ecuația reacției de descompunere a cloratului de potasiu (problema precedentă) și ecuația de descompunere a oxidului roșu de mercur, să se calculeze ce cantitate de clorat de potasiu trebuie descompusă pentru a se obține o cantitate de oxigen egală cu cea rezultată la descompunerea a 65,1 g de oxid roșu de mercur.

5.17. În reacția de neutralizare dintre acidul clorhidric și hidroxidul de sodiu NaOH se formează clorură de sodiu și apă.

Folosindu-se în această reacție 14,6 g de acid clorhidric și 20 g de hidroxid de sodiu, să se afle care dintre aceste substanțe a fost în exces și în ce cantitate ?

5.18. Acidul sulfuric reacționează cu aluminiul și formează sulfat de aluminiu $Al_2(SO_4)_3$ și hidrogen.

a) Să se scrie ecuația reacției.

b) Reacționînd 13,5 g de aluminiu cu un mol de acid sulfuric, să se calculeze cîți litri de hidrogen se obțin și care dintre cele două substanțe a fost în exces ? (1 l de hidrogen cîntărește 0,09 g).

5.19. Sodiul reacționează cu apa și formează hidroxid de sodiu și hidrogen :

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2.$$

Potasiul reacționează asemănător cu apa.

a) Să se scrie ecuația reacției dintre potasiu și apă.

b) Să se calculeze ce volum de hidrogen se obține aruncînd într-un vas cu apă 4,6 g de sodiu și 7,8 g de potasiu ?
($\rho = 0{,}09$ g/l).

5.20. 150 g de aliaj, care conține 40% sodiu și 60% potasiu, este aruncat într-un vas cu 200 cm^3 de apă. Să se afle :

a) Cîți litri de hidrogen se obțin în urma reacției dintre apă și aliaj ?

b) Ce cantitate de apă n-a intrat în reacție ?

5.21. Prin calcinarea carbonatului de magneziu $MgCO_3$ se obțin oxid de magneziu MgO și bioxid de carbon — ce se degajă —, iar prin calcinarea carbonatului de calciu se obțin oxid de calciu (var nestins) și bioxid de carbon. Să se scrie ecuațiile celor două reacții și să se afle :

Scanned with OKEN Scanner

a) Ce volum de bioxid de carbon se obţine calcinînd 25 kg de minereu natural, ce conţine 42% carbonat de magneziu şi 50% carbonat de calciu? (1 l CO_2=1,97 g.)

b) Ce cantitate de var stins s-ar putea obţine din cantitatea de carbonat de calciu cuprinsă în minereu?

5.22. Pulberea de zinc conţine 82% zinc pur şi 18% oxid de zinc. Ce cantitate de hidrogen şi de apă se obţine în urma reacţiei dintre 50 g de pulbere de zinc şi acid sulfuric? (Zn=65).

5.23. Un anumit tip de sodă caustică tehnică conţine: 94,15% hidroxid de sodiu şi 5,85% clorură de sodiu. Ce cantitate de clorură de argint se obţine, sub acţiunea azotatului de argint $AgNO_3$, din 5 g de sodă caustică tehnică? (Azotatul de argint reacţionează cu clorura de sodiu şi formează clorură de argint AgCl şi azotat de sodiu $NaNO_3$.)

5.24. Arzînd fosfor în aer, se obţine anhidridă fosforică P_2O_5, care formează cu apa caldă acid ortofosforic H_3PO_4.

a) Să se scrie ecuaţiile celor două reacţii.

b) Să se afle cîţi moli de fosfor atomic sînt necesari pentru a obţine 0,5 moli de acid ortofosforic.

5.25. Miniul de plumb Pb_3O_4, prin încălzire, se descompune în oxid de plumb PbO şi oxigen. Încălzind o anumită cantitate de miniu de plumb, masa substanţelor rămasă după încălzire a fost de 6,77 g. Să se afle:

a) Ce cantitate de oxid de plumb s-a obţinut şi ce cantitate de miniu a rămas netransformată, dacă prin încălzire s-a descompus numai 50% din cantitatea iniţială de miniu?

b) Care este cantitatea de oxigen rezultată din această reacţie (Pb=207.)

5.26. Soda calcinată Na_2CO_3 tratată cu acid sulfuric formează sulfat de sodiu Na_2SO_4, bioxid de carbon şi apă. La trecerea bioxidului de carbon printr-o soluţie de hidroxid de calciu se obţine carbonat de calciu şi apă. Să se scrie ecuaţiile celor două reacţii şi să se afle:

a) Ce cantitate de carbonat de calciu se obţine prin introducerea în soluţia de hidroxid de calciu a bioxidului de carbon rezultat prin tratarea cu acid sulfuric a 47,7 g de sodă calcinată?

b) Ce cantitate de apă s-a format ca rezultat al celor două reacţii?

5.27. La obţinerea acidului azotic au loc reacţiile:

$$2NO_2+H_2O=HNO_3+HNO_2,$$
$$2HNO_2+O_2=2HNO_3.$$

Ce cantitate de acid azotic se obţine din 27,6 g de bioxid de azot, urmînd transformările de mai sus, şi cîţi litri de oxigen se consumă?
(1 l oxigen=1,43 g.)

5.28. Sub acţiunea azotatului de argint $AgNO_3$ asupra clorurii de sodiu se obţine clorură de argint AgCl şi azotat de sodiu $NaNO_3$. Asemănător acţio-

Scanned with OKEN Scanner

nează azotatul de argint asupra clorurii de calciu $CaCl_2$ formîndu-se în acest caz clorură de argint și azotat de calciu $Ca(NO_3)_2$.

a) Să se scrie ecuațiile celor două reacții.

b)Cunoscînd că prin acțiunea azotatului de argint asupra unui amestec de 33,9 g de clorură de sodiu și clorură de calciu s-au obținut 86,1 g de clorură de argint, să se stabilească compoziția procentuală a amestecului inițial de cloruri.

5,29. Prin ardere, metanul CH_4 și etilena C_2H_4 formează bioxid de carbon și apă, iar oxidul de carbon CO, prin ardere, formează bioxid de carbon.

Să se scrie ecuațiile acestor reacții și să se calculeze ce volum de aer este necesar pentru arderea a 100 l de gaz de iluminat cu următoarea compoziție: 50% hidrogen, 35% metan, 8% oxid de carbon și 2% etenă.

5,30. Pornind de la sulf, ecuațiile reacțiilor de obținere a acidului sulfuric sînt:

$$S + O_2 = SO_2$$

$$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4.$$

Ținînd seama de aceste ecuații,să se calculeze

a) cantitatea de sulf necesară obținerii a 117,6 g de acid sulfuric.

b) Volumul de aer necesar arderii sulfului și volumul total de oxigen consumat în aceste reacții.

Scanned with OKEN Scanner

Concentrația substanțelor. Într-o reacție chimică modul de desfășurare a reacției este în mare măsură influențat de concentrația substanțelor care participă la reacție. Prin concentrație se înțelege cantitatea de substanță conținută în unitatea de volum ; la gaze, concentrația se exprimă prin numărul de moli dintr-un litru de gaz (mol/l), iar la lichide se exprimă prin numărul de moli dintr-un litru de soluție (mol/l).

Concentrațiile substanțelor se notează fie prin paranteze, fie prin litera *c*. Astfel, concentrațiile a două substanțe A și B se pot nota : [A], [B] sau c_A, c_B. Amestecînd două substanțe, lichide sau gaze, de diferite concentrații, acestea își vor modifica concentrațiile în urma amestecului, întrucît se modifică volumul în care sînt conținute. Se presupune că cele două substanțe care participă la amestec nu reacționează între ele.

6.1. Se amestecă 2 l dintr-o substanță A de concentrație 0,5 mol/l cu 4 l dintr-o substanță B de concentrație 0,6 mol/l. Să se afle concentrațiile substanțelor în amestecul obținut.

Rezolvare. Înainte de amestec substanța A conținea : 2 l·0,5 mol/l = =1 mol, iar substanța B : 0,6 mol/l·4 l=2,4 moli. După amestecare substanțele se vor afla într-un volum de : 2+4=6 litri, iar concentrațiile lor vor fi :

$$c_A = \frac{1 \text{ mol}}{6 \text{ l}} = 0{,}167 \text{ mol/l}$$

$$c_B = \frac{2{,}4 \text{ mol}}{6 \text{ l}} = 0{,}4 \text{ mol/l}$$

În cazul unui amestec de gaze presiunile parțiale ale gazelor sînt proporționale cu concentrațiile lor. Rezultă că pentru un amestec de gaze concentrația fiecărui gaz va depinde de presiunea la care se află amestecul.

6.2. Care este concentrația unui gaz la presiunea de 67,2 atm și temperatura 0°C.

Rezolvare. Știind că în condiții normale (1 atm și 0°C) 1 mol din orice gaz ocupă un volum de 22,4 l, concentrația gazului în aceste condiții va fi :

$$\frac{1 \text{ mol}}{22{,}4 \text{ litri}} = 0{,}0446 \text{ mol/l}$$

Scanned with OKEN Scanner

La presiune de 67,2 atm concentrația va fi de 67,2 ori mai mare:

$$\frac{1}{22,4} \cdot 67,2 = 3 \text{ mol/l}$$

Viteza de reacție. Se înțelege prin viteză de reacție cantitatea de substanță transformată într-o reacție chimică în unitatea de timp. Notînd cu Δm cantitatea de substanță transformată în intervalul de timp Δt, viteza de reacție va fi:

$$v = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

Cantitatea de substanță transformată poate fi exprimată și în funcție de variația concentrației:

$$v = \frac{\Delta c}{\Delta t},$$

în care $\Delta c = c_2 - c_1$ și reprezintă diferența dintre concentrațiile substanței înainte și după reacția chimică. După o lege generală, „viteza de reacție este direct proporțională cu produsul concentrațiilor substanțelor care reacționează". Presupunem două substanțe A și B ce reacționează între ele; viteza de reacție va fi:

$$v = K[A]^m \cdot [B]^n$$

în care m și n sînt coeficienții formulelor din ecuația chimică, iar K este o constantă, numită constantă de viteză.

6.3. Cu cît crește viteza unei reacții chimice dată de ecuația:

$$3A + B = 2D,$$

dacă se mărește concentrația ambelor substanțe (A și B) de trei ori?

Rezolvare. Se scrie relația vitezei de reacție la cele două concentrații:

$$v_1 = K[A]^3 \cdot [B]$$

$$v_2 = K[3A]^3 \cdot [3B] = K \cdot 3^3 \cdot 3 \cdot [A]^3 \cdot [B] = 81K[A]^3 \cdot [B]$$

Comparînd cu v_1:

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{81K[A]^3 \cdot [B]}{K[A]^3 \cdot [B]} = 81$, rezultă că viteza reacției crește de 81 ori.

Viteza de reacție depinde și de temperatură. De obicei creșterea temperaturii cu 10° mărește viteza de reacție de 2—3 ori. Numărul care arată de cîte ori crește viteza de reacție la ridicarea temperaturii cu 10° se numește coeficient de temperatură al reacției.

Scanned with OKEN Scanner

Într-o reacție reversibilă, în care substanțele reactante sînt A și B, iar produșii de reacție C și D, se produc simultan două reacții în sensuri contrare cu vitezele v_1 și v_2:

$$A+B \underset{v_2}{\overset{v_1}{\rightleftarrows}} C+D$$

Inițial viteza de reacție v_1 cu formare de produși C și D este mai mare decît viteza v_2 cu formare de produși A și B. Însă, treptat, concentrațiile substanțelor A și B scad pe măsură ce concentrațiile substanțelor C și D cresc; viteza v_1 va scădea, iar viteza v_2 va crește. La un moment dat se stabilește un echilibru dinamic în care numărul de moli ce se transformă în unitatea de timp într-o reacție este egal cu numărul de moli ce se transformă în unitatea de timp în reacția inversă. Valorile celor două viteze de reacție sînt:

$$v_1 = K_1\ [A]\cdot[B]$$
$$v_2 = K_2\ [C]\cdot[D]$$

La echilibru: $v_1 = v_2$,

$$\text{deci } K_1\ [A]\cdot[B] = K_2\ [C]\cdot[D], \text{ sau } \frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]\cdot[D]}{[A]\cdot[B]} = K$$

Constanta K se numește constantă de echilibru.

În reacția de mai sus s-a presupus că participă la reacție numai cîte un mol de substanță. O reacție chimică generală se poate scrie:

$$aA+bB+\ldots\ldots \rightleftarrows lL+mM+\ldots\ldots$$

în care a, $b\ldots l$, $m\ldots\ldots$ reprezintă numărul de moli (coeficienții formulelor). Valoarea constantei de echilibru va fi:

$$K = \frac{[L]^l \cdot [M]^m \ldots}{[A]^a \cdot [B]^b \ldots}$$

Relația exprimă o lege fundamentală numită legea acțiunii maselor a lui Guldberg și Waage, ce se poate enunța astfel: *La starea de echilibru, raportul dintre produsul concentrațiilor substanțelor rezultate din reacție și produsul concentrațiilor substanțelor reactante este constant.* Se observă că fiecare concentrație este ridicată la o putere egală cu numărul molilor ce participă la reacție.

Legea acțiunii maselor se poate aplica numai la substanțele gazoase și substanțe dizolvate (soluții). Dacă în reacție iau parte și substanțe solide, viteza de reacție va depinde numai de concentrațiile substanțelor gazoase sau dizolvate. De exemplu, în reacția:

$$C+O_2 = CO_2,$$

viteza de reacție depinde numai de concentrația oxigenului: $v = K[O_2]$. Constanta de echilibru va fi dată de relația: $K = \frac{[CO_2]}{[O_2]}$

Legea acțiunii maselor permite să se facă anumite calcule importante.

6.4. Se consideră reacția:

$$A + 2B \leftrightarrows C$$

La echilibru concentrațiile substanțelor au fost: [A]=0,2 mol/l, [B]=1,2 mol/l și [C]=0,72 mol/l. Să se afle constanta de echilibru și concentrațiile inițiale ale substanțelor.

Rezolvare. Folosind legea acțiunii maselor se poate scrie:

$$K = \frac{[C]}{[A]\cdot[B]^2} = \frac{0,72}{0,2\cdot(1,2)^2} = 2,5$$

Ținînd seama de ecuația reacției la echilibru rezultă că pentru a obține un mol de substanță C se consumă un mol de substanță A și 2 moli de substanță B. În cazul reacției obținîndu-se 0,72 moli de substanță C rezultă că s-au consumat 0,72 moli din substanța A și $0,72\cdot 2 = 1,44$ moli din substanța B. Concentrațiile inițiale ale substanțelor A și B au fost:

$$[A] = 0,2 + 0,72 = 0,92 \text{ moli/l}$$

$$[B] = 1,2 + 1,44 = 2,64 \text{ moli/l}$$

6.5. Se consideră reacția reversibilă:

$$FeO + CO \leftrightarrows Fe + CO_2$$

Concentrațiile inițiale ale substanțelor gazoase au fost: [CO]=0,2 moli/l, $[CO_2]$=0,04 moli/l. Știind că la 1 000°C constanta de echilibru este 0,5, să se calculeze concentrațiile celor două substanțe la echilibru. *Rezolvare.* La reacție participă și substanțe solide — fier și oxid feros — care nu influențează viteza de reacție și nu determină valoarea constantei de echilibru, ce se scrie sub forma:

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]},$$

din reacția $FeO + CO \leftrightarrows Fe + CO_2$ se observă că un mol de oxid de carbon formează un mol de bioxid de carbon. Notînd cu x numărul de moli din fiecare litru de gaz care reacționează pînă la stabilirea echilibrului, rezultă că se vor obține x moli de bioxid de carbon. Ținînd seama de valorile concentrațiilor inițiale, la echilibru concentrațiile vor deveni:

$$[CO] = 0,2 - x$$

$[CO_2]=0,04+x$, înlocuind în relația constantei de echilibru: $0,5=\frac{0,04+x}{0,2-x}$ și rezolvînd, se obține: $x=0,04$ moli/l.

Concentrațiile oxidului de carbon și bioxidului de carbon la echilibru vor fi:

$$[CO]=0,2-x=0,2-0,04=0,16 \text{ moli/l.}$$

$$[CO_2]=0,04+x=0,04+0,04=0,08 \text{ moli/l.}$$

Principiul lui Le Chatelier. Starea de echilibru a unei reacții rămîne neschimbată dacă nu variază condițiile în care s-a stabilit. Factorii de care depinde echilibrul chimic sînt: concentrația substanțelor care participă la reacție, temperatura și presiunea. La schimbarea a cel puțin unuia din acești factori, echilibrul se distruge, iar concentrațiile substanțelor se modifică pînă cînd se stabilește din nou echilibrul la noile concentrații. Schimbarea concentrațiilor reprezintă de fapt creșterea vitezei de reacție într-un anumit sens, ceea ce se numește deplasarea echilibrului chimic. Într-adevăr, o acțiune exterioară, ca modificarea presiunii sau temperaturii, influențează inegal asupra celor două viteze de reacție: una din viteze va fi mai mult mărită și reacția va decurge în sensul determinat de aceasta pînă cînd, datorită variației concentrațiilor în timpul reacției, cele două viteze devin din nou egale. Astfel, în reacția reversibilă:

$$A+B \underset{v_2}{\overset{v_1}{\rightleftarrows}} C+D,$$

v_1 este viteza în proces direct și este egală cu produsul concentrațiilor substanțelor A și B,

$$v_1=K_1[A]\cdot[B]$$

v_2 este viteza în proces invers și este proporțională cu produsul concentrațiilor substanțelor C și D:

$$v_2=K_2[C]\cdot[D]$$

Dacă acțiunea exterioară — presiune sau temperatură — determină creșterea vitezei v_1 față de v_2, reacția se va produce în sens direct de la stînga la dreapta. Dar, în acest timp, concentrațiile substanțelor A și B scad, iar concentrațiile substanțelor C și D cresc. Deci viteza v_1 va scădea și viteza v_2 va crește pînă vor deveni din nou egale, restabilindu-se astfel echilibrul la noile concentrații ale substanțelor. Dacă acțiunea exterioară influențează în mod egal cele două viteze de reacție nu are loc nici o deplasare a echilibrului. Sensul deplasării echilibrului chimic este determinat de principiul lui Le Chatelier: *Dacă se modifică una din condițiile la care se află un sistem*

Scanned with OKEN Scanner

în stare de echilibru chimic — concentrația, temperatura, presiunea — echilibrul se deplasează în sensul acelei reacții care tinde să diminueze, pe cît posibil, modificarea produsă.

6.6. Se cunoaște reacția :

$$2CO + O_2 \leftrightarrows 2CO_2 + 136 \text{ kcal}$$

Să se arate în ce sens se deplasează echilibrul chimic prin :

a) variația concentrației substanțelor,

b) variația temperaturii și

c) variația presiunii.

Rezolvare.

a) Dacă se măresc concentrațiile gazelor CO și O_2, conform principiului lui Le Chatelier, echilibrul se va deplasa astfel încît să se micșoreze aceste concentrații. Micșorarea concentrațiilor este posibilă dacă reacția se deplasează de la stînga la dreapta, fiindcă în acest caz se consumă oxidul de carbon și oxigenul cu formare de bioxid de carbon. Dacă se micșorează concentrațiile gazelor CO și O_2, echilibrul se deplasează de la dreapta la stînga, pentru a mări concentrațiile acestor substanțe.

b) Se observă că reacția este exotermă de la stînga la dreapta, formarea de bioxid de carbon fiind însoțită de degajare de căldură, în timp ce reacția inversă de la dreapta la stînga va fi endotermă. Creșterea temperaturii va produce deplasarea echilibrului în sensul reacției ce decurge cu absorbție de căldură, pentru a se micșora astfel temperatura. În cazul de față echilibrul se va deplasa de la dreapta la stînga, cu formare de oxid de carbon și de oxigen, aceasta fiind de fapt reacția ce se produce cu absorbție de căldură. Scăderea temperaturii deplasează echilibrul în sensul reacției exoterme, care produce creșterea temperaturii. Pentru reacția dată, echilibrul se va deplasa de la stînga la dreapta, cu formare de bioxid de carbon.

Deplasarea echilibrului sub influența temperaturii poate fi interpretată și prin faptul că la creșterea temperaturii cele două viteze de reacție nu se măresc în egală măsură. Astfel, viteza reacției endoterme crește mai mult, ceea ce determină deplasarea echilibrului pînă la starea în care din nou cele două viteze devin egale.

c) Influența variației de presiune este determinată de variația de volum care însoțește reacția.

Ridicarea presiunii intensifică sensul reacției care este însoțită de micșorarea volumului, ceea ce evident va determina micșorarea presiunii. În problemă, reacția în sens direct se produce cu micșorare de volum, deoarece din 2 moli de oxid de carbon și 1 mol de oxigen se formează 2 moli de bioxid de carbon. Creșterea presiunii va deplasa deci echilibrul de la stînga la dreapta, cu formare de bioxid de carbon.

Scanned with OKEN Scanner

Micşorarea presiunii provoacă deplasarea echilibrului spre stînga, cu formare de oxid de carbon şi oxigen, fiindcă în acest mod se măreşte numărul total de molecule, iar presiunea va creşte din nou.

Aaş cum s-a arătat mai înainte, acţiunea exterioară asupra unui echilibru chimic influenţează în mod inegal cele două viteze de reacţie — în sens direct şi în sens invers. Problema deplasării echilibrului şi a sensului deplasării poate fi rezolvată în multe cazuri pe baza calculului schimbării vitezelor de reacţie.

6.7. Să se calculeze variaţia vitezelor în cele două sensuri pentru reacţia: $2SO_2+O_2\rightarrow 2SO_3$, cînd presiunea se micşorează de două ori. Totodată să se arate în ce sens se deplasează echilibrul chimic.

Rezolvare. Notînd cu v_1 şi v_2 vitezele reacţiilor în cele două sensuri, înainte de micşorarea presiunii şi cu v_1' şi v_2' aceste viteze după micşorarea presiunii, se poate scrie:

$$v_1=K_1[SO_2]^2\cdot[O_2]$$

$$v_1'=K_1\left[\frac{SO_2}{2}\right]^2\cdot\left[\frac{O_2}{2}\right]=\frac{1}{4}K_1[SO_2]^2\cdot\frac{1}{2}[O_2]=\frac{1}{8}K_1[SO_2]^2\cdot[O_2],\ \text{iar}$$

$$v_2=K_2[SO_3]^2$$

$$v_2'=K_2\left[\frac{SO_3}{2}\right]^2=\frac{1}{4}\cdot K_2[SO_3]^2$$

Împărţind pe v_1' la v_1 se află cum variază reacţia în sens direct:

$$\frac{v_1'}{v_1}=\frac{\frac{1}{8}K_1[SO_2]^2\cdot[O_2]}{K_1[SO_2]^2\cdot[O_2]}=\frac{1}{8},\ \text{rezultă:}\ v_1'=\frac{v_1}{8}$$

La fel se află variaţia vitezei în sens invers:

$$\frac{v_2'}{v_2}=\frac{\frac{1}{4}K_2[SO_3]^2}{K_2[SO_3]^2}=\frac{1}{4},\ \text{rezultă:}\ v_2'=\frac{v_2}{4}$$

Se observă că viteza în sens direct scade de 8 ori, iar viteza în sens invers scade de 4 ori. Rezultă, că echilibrul se va deplasa în sensul reacţiei inverse, cu formare de bioxid de sulf şi oxigen.

6.8. Într-un vas închis cu capacitatea de 5 l se încălzeşte pentaclorură de fosfor, care se descompune cu formare de triclorură de fosfor şi clor, după ecuaţia reversibilă:

$$PCl_5\leftrightarrows PCl_3+Cl_2.$$

Scanned with OKEN Scanner

La o anumită temperatură se transformă 75% din cantitatea inițială de pentaclorură de fosfor. Să se afle:

a) Ce cantitate — în moli — s-a aflat inițial în vas?

b) Care sînt concentrațiile la echilibru ale celor 3 substanțe?

Constanta de echilibru are valoarea 0,45.

Rezolvare.

a) Notînd cu x concentrația inițială a pentaclorurii de fosfor și cunoscînd că dintr-un mol de pentaclorură de fosfor se obține 1 mol de triclorură de fosfor și 1 mol de clor, se pot exprima astfel concentrațiile celor trei substanțe la echilibru:

$$[PCl_5] = x - \frac{75}{100}x = \frac{x}{4}$$

$$[PCl_3] = \frac{75}{100}x = \frac{3x}{4}$$

$$[Cl_2] = \frac{75}{100}x = \frac{3x}{4}$$

Înlocuind în relația constantei de echilibru:

$$K = \frac{[PCl_3]\cdot[Cl_2]}{[PCl_5]}, \text{ se obține}$$

$$0{,}45 = \frac{\frac{3x}{4}\cdot\frac{3x}{4}}{\frac{x}{4}}; \text{ rezolvînd:}$$

$$0{,}45\cdot 4 = 9x, \text{ de unde } x = 0{,}2 \text{ mol/l.}$$

Valoarea 0,2 mol/l reprezintă concentrația inițială a pentaclorurii de fosfor. Capacitatea vasului fiind de 5 l se obține cantitatea de pentaclorură de fosfor din vas: $0{,}2\cdot 5 = 1$ mol.

b) Înlocuind valoarea lui x în relațiile care exprimă concentrațiile la echilibru, se obține:

$$[PCl_5] = \frac{x}{4} = \frac{0{,}2}{4} = 0{,}05 \text{ mol/l}$$

$$[PCl_3] = \frac{3x}{4} = \frac{3\cdot 0{,}2}{4} = 0{,}15 \text{ mol/l}$$

$$[Cl_2] = \frac{3x}{4} = 0{,}15 \text{ mol/l}$$

6.9. Se dau următoarele reacții chimice:

$$2Al + 3Cl_2 \rightleftarrows 2AlCl_3 \quad (1)$$

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4 \quad (2)$$

$$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2 \quad (3)$$

$$N_2 + O_2 \leftrightarrows 2NO \quad (4)$$

$$C + 2N_2O \leftrightarrows CO_2 + 2N_2 + 133{,}1 \text{ kcal} \quad (5)$$

$$CH_4 \leftrightarrows C + 2H_2 - 21{,}7 \text{ kcal} \quad (6)$$

a) Să se scrie expresiile matematice ale vitezelor de reacție în cele 6 transformări chimice.

b) Pentru reacțiile ecuațiilor (4) și (6) se cunosc concentrațiile: $[N_2]=0{,}1$ mol/l; $[O_2]=0{,}2$ mol/l și $[CH_4]=0{,}05$ mol/l. Să se afle cu cît crește viteza reacției, dacă substanțele își măresc concentrațiile astfel: $[N_2]=0{,}3$ mol/l; $[O_2]=0{,}4$ mol/l și $[CH_4]=0{,}1$ mol/l.

6.10. Se consideră reacția:

$$H_2 + I_2 \leftrightarrows 2HI$$

Concentrațiile inițiale ale iodului și hidrogenului au fost $[H_2]=0{,}7$ mol/l și $[I_2]=0{,}5$ mol/l. După un timp oarecare, acidul iodhidric format a atins concentrația de 0,9 mol/l.

a) Să se afle concentrațiile iodului și hidrogenului în momentul în care acidul iodhidric are concentrația de 0,9 mol/l.

b) De cîte ori s-a micșorat viteza reacției de la stînga la dreapta, în intervalul de timp considerat?

6.11. În timpul unei transformări chimice presiunea unui gaz variază de la 2 atm la 5 atm.

a) Să se afle concentrațiile gazului la aceste presiuni, temperatura rămînînd constantă (0°C).

b) Cunoscînd valoarea volumului molar la condiții normale —0°C și 1 atm— să se exprime concentrația gazului în condițiile problemei.

6.12. Soluția unei substanțe A a fost amestecată cu soluția unei substanțe B în proporția 2 : 3. După amestecare, concentrațiile substanțelor au fost: $[A]=0{,}96$ mol/l și $[B]=2{,}4$ mol/l. Să se afle care au fost concentrațiile substanțelor A și B înainte de amestec.

6.13. Cunoscînd că în reacția:

$H_2 + I_2 \leftrightarrows 2HI$, concentrațiile de echilibru pentru temperatura de 356°C au fost: $[H_2]=1{,}42$ mol/l, $[I_2]=0{,}9$ mol/l, iar constanta de echilibru are valoarea 71,36, să se calculeze concentrația de echilibru a acidului iodhidric format și concentrațiile inițiale ale iodului și hidrogenului.

6.14. Să se arate cum variază viteza reacției:

$2NO + O_2 \leftrightarrows 2NO_2$, în următoarele cazuri:

a) Concentrația ambelor substanțe care intră în reacție crește de 2 ori

b) Concentrația oxidului de azot crește de 3 ori

c) Concentrația oxigenului crește de 9 ori.

Scanned with OKEN Scanner

6.15. Reacţia dintre cele două substanţe gazoase A şi B este exprimată prin ecuaţia :

$$A + 3B = 2C$$

Reacţia se produce într-un vas închis în care se află 1 mol de gaz A şi 4 moli de gaz B la presiunea de 2 atm şi temperatura de 0°C.

a) Să se calculeze concentraţiile iniţiale ale celor două substanţe în amestecul gazos.

b) Să se arate cum se vor modifica concentraţiile celor două substanţe dacă se evacuează 20% din amestecul gazos şi se măreşte apoi presiunea la 3 atm.

c) Cum variază viteza de reacţie în condiţiile de la punctul *b*) faţă de cele de la punctul *a*) ?

6.16. Într-un amestec gazos de hidrogen şi clor se produce reacţia de formare a acidului clorhidric, după ecuaţia :

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

Cu cît creşte viteza reacţiei, dacă presiunea se măreşte de 3 ori ?

6.17. În două vase de capacităţi egale se introduc : în primul 1 mol de gaz A şi 2 moli de gaz B, iar în al doilea 2 moli de gaz A şi 1 mol de gaz B. Care va fi viteza reacţiei dintre susbstanţele gazoase A şi B din cele 2 vase, în următoarele cazuri :

a) dacă reacţia se exprimă prin ecuaţia : $A + B = C$,

b) dacă reacţia se exprimă prin ecuaţia : $2A + B = D$ (temperatura rămîne aceeaşi în ambele vase).

6.18. Între două substanţe A şi B, aflate în soluţie, are loc o reacţie chimică exprimată prin ecuaţia :

$$A + 2B = C$$

Concentraţia la un moment dat a substanţei A este de 0,5 mol/l. După un timp oarecare concentraţia acestei substanţe se micşorează cu 0,2 mol/l. Ştiind că în acest interval de timp viteza reacţiei s-a micşorat de 15 ori, să se calculeze concentraţiile finale ale substanţelor gazoase A şi B.

6.19. Un amestec de două substanţe gazoase A şi B reacţionează după ecuaţia :

$$2A + B = 2C$$

Concentraţiile iniţiale ale substanţelor sînt : $[A] = 0,5$ mol/l şi $[B] = 0,8$ mol/l. După un timp oarecare concentraţia substanţei B se micşorează cu 0,2 mol/l. Să se calculeze viteza iniţială a reacţiei şi viteza reacţiei după trecerea intervalului de timp considerat, cunoscînd că valoarea constantei de reacţie de la stînga la dreapta este 0,4.

Scanned with OKEN Scanner

6.20. Prin încălzirea bioxidului de azot într-un vas închis se obține oxid de azot și oxigen, după ecuația:

$$2NO_2 \leftrightarrows 2NO + O_2$$

Constanta de echilibru pentru temperatura la care a fost încălzit bioxidul de azot este 1,92. Cunoscînd că la echilibru concentrația oxidului de azot este 0,24 mol/l, să se calculeze concentrațiile inițiale și concentrațiile la echilibru ale substanțelor participante la reacție.

6.21. Oxidul feros este redus de oxidul de carbon la fier după ecuația:

$$FeO + CO \leftrightarrows Fe + CO_2$$

Constanta de echilibru a reacției la 1 000°C este 0,5. Cunoscînd că raportul concentrațiilor inițiale ale oxidului de carbon și bioxidului de carbon este egal cu 5, iar la echilibru concentrația bioxidului de carbon este 0,06 mol/l, să se calculeze valorile concentrațiilor inițiale ale oxidului de carbon și bioxidului de carbon.

6.22. Reacția dintre oxidul de carbon și clor are loc după ecuația:

$$CO + Cl_2 \leftrightarrows COCl_2$$

Concentrațiile inițiale ale oxidului de carbon și clorului sînt în raportul 1 : 2, iar presiunea corespunzătoare acestor concentrații are valoarea 1,5 atm.

a) să se afle ce cantitate, în procente, din oxidul de carbon inițial a reacționat dacă presiunea la echilibru a scăzut la valoarea 1,125 atm.

b) În ce raport se află concentrațiile substanțelor participante la reacție în momentul stabilirii echilibrului?

6.23. Într-un vas închis cu capacitate de 5 l se găsesc 15 moli de azot și 45 moli de hidrogen. Reacția are loc după ecuația:

$$N_2 + 3H_2 \leftrightarrows 2NH_3$$

Echilibrul reacției se stabilește după ce 20% din cantitatea inițială de azot a reacționat. Să se arate cum variază presiunea în vas după stabilirea echilibrului, temperatura rămînînd constantă.

6.24. Două substanțe gazoase A și B reacționează formînd substanțele gazoase C și D. Reacția reversibilă poate fi exprimată prin ecuația:

$$A + B \leftrightarrows C + D$$

Concentrația inițiala a substanței B a fost de 10 mol/l, iar la echilibru 5/6 din substanța gazoasă A, s-a transformat. Constanta de echilibru fiind egală cu unitatea, să se afle:

a) Care a fost concentrația inițială a substanței A?

b) Ce concentrație inițială trebuie să aibă substanța B, pentru ca la aceeași valoare a constantei de echilibru, 50% din substanța A să reacționeze cu substanța B?

c) Care sînt concentrațiile la echilibru ale substanțelor participante la reacție în cazul de la punctul *b*)?

Scanned with OKEN Scanner

6.25. Bioxidul de carbon este redus de hidrogen la oxid de carbon după ecuația reversibilă :

$$CO_2 + H_2 \leftrightarrows CO + H_2O$$

La 850°C se stabilește echilibrul chimic, valoarea constantei de echilibru fiind în aceste condiții egală cu unitatea. Care a fost raportul concentrațiilor inițiale de bioxid de carbon și hidrogen, dacă în momentul stabilirii echilibrului 90% din hidrogen s-a transformat în apă ?

6.26. Se dau următoarele reacții reversibile, prin ecuațiile :

$$N_2 + 3H_2 \leftrightarrows 2NH_3 \quad (1)$$

$$N_2 + O_2 \leftrightarrows 2NO \quad (2)$$

$$CO_2 + C \leftrightarrows 2CO \quad (3)$$

Să se arate cum influențează creșterea presiunii asupra echilibrului chimic, menținînd temperatura constantă.

6.27. În ce parte se deplasează echilibrul chimic al reacțiilor exprimate prin următoarele ecuații :

$$2H_2S \leftrightarrows 2H_2 + S_2 - 10 \text{ kcal} \quad (1)$$

$$CO + H_2O \leftrightarrows CO_2 + H_2 + 10{,}2 \text{ kcal} \quad (2)$$

a) la scăderea temperaturii ?
b) la creșterea presiunii ?

6.28. Reacția de formare a bioxidului de azot prin oxidarea oxidului de azot decurge după ecuația :

$$2NO + O_2 \underset{v_2}{\overset{v_1}{\leftrightarrows}} 2NO_2$$

Să se calculeze variațiile vitezelor de reacție în sens direct și în sens invers cînd presiunea crește de 2 ori. Ținînd seama de aceste rezultate să se arate cum este influențat echilibrul chimic.

6.29. Acidul clorhidric se oxidează formînd vapori de apă și clor după ecuația :

$$4HCl + O_2 \underset{v_2}{\overset{v_1}{\leftrightarrows}} 2H_2O + 2Cl_2$$

a) Ținînd seama că reacția este exotermă să se arate în ce sens se deplasează echilibrul la creșterea temperaturii.
b) Să se calculeze variația vitezelor de reacție în sens direct și în sens invers la micșorarea presiunii de la 1 atm la 0,5 atm.
Să se indice deplasarea echilibrului în acest caz, temperatura rămînînd constantă.

Scanned with OKEN Scanner

VII. Oxizi — acizi — baze — săruri

Oxizi

Oxizii sînt substanţele compuse formate din oxigen şi un element oarecare. Însemnînd cu R elementul ce formează oxid, se vor obţine, în funcţie de valenţa elementului, următoarele formule generale ale oxizilor:

R_2O — în care R este un element monovalent. Exemplu: Na_2O.
RO — în care R este bivalent. Exemplu: CaO.
R_2O_3 — R este un element trivalent. Exemple: Al_2O_3; N_2O_3.
RO_2 — R este un element tetravalent. Exemple: PbO_2; SO_2.
R_2O_5 — R este un element cu valenţa 5. Exemplu: P_2O_5.
RO_3 — elementul R are valenţa 6. Exemplu: CrO_3.
R_2O_7 — R are valenţa 7. Exemplu: Cl_2O_7, Mn_2O_7.
RO_4 — în care elementul R are valenţa 8. Exemplu: OsO_4.

Majoritatea oxizilor formează cu apa, direct sau indirect, compuşi numiţi hidraţi ai oxizilor. Hidraţii oxizilor fac parte, în funcţie de proprietăţile lor, fie din clasa acizilor, fie din clasa bazelor.

Oxizii ai căror hidraţi corespund bazelor se numesc *oxizi bazici*, iar oxizii ai căror hidraţi corespund acizilor se numesc *oxizi acizi*.

Oxizii bazici sînt formaţi din metale, oxizii acizi fiind formaţi în special de nemetale. (Se cunosc oxizi superiori ai metalelor care au proprietăţile oxizilor acizi; de exemplu: CrO_3, Mn_2O_7). Cele spuse mai sus, în legătură cu oxizii bazici şi acizi, se pot arăta schematic astfel:

Metal + oxigen → oxid bazic + apă → bază (hidrat de oxid).

Exemplu: $Ca + O_2 \rightarrow CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$.

Nemetal + oxigen → oxid acid + apă → acid (hidrat de oxid).

Exemplu. $S + O_2 \rightarrow SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$.

Caracteristica principală a oxizilor bazici şi acizi este proprietatea lor de a forma săruri. (De aceea se numesc oxizi producători de săruri sau

oxizi salini). Oxizii bazici reacționează cu acizii, formînd săruri, iar oxizii acizi reacționează cu alcaliile, formînd săruri. Aceasta se poate arăta schematic astfel :

$$\text{Oxid bazic} + \text{acid} \rightarrow \text{sare} + \text{apă}$$

Exemplu. $MgO + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O$.

$$\text{Oxid acid} + \text{alcalii} \rightarrow \text{sare} + \text{apă}.$$

Exemplu. $CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$.

În afară de oxizii salini, se cunosc un număr mic de oxizi care nu formează — nici direct, nici indirect — cu apa hidrați și nu reacționează nici cu alcaliile, nici cu acizii. Acești oxizi se numesc oxizi indiferenți. (Exemple: NO și CO, în condiții obișnuite).

7.1. Să se scrie formulele oxizilor următoarelor elemente : sodiu, calciu aluminiu, magneziu.

7.2. Să se dea exemple de oxizi care să corespundă formulelor generale R_2O și R_2O_3.

7.3. Care sînt formulele generale corespunzătoare următorilor oxizi : Fe_2O_3, N_2O_5, Al_2O_3, CO_2, P_2O_5, SO_2 ?

7.4. Care este formula oxidului de hidrogen ? Dar a peroxidului de hidrogen ?

7.5. Să se dea exemple de oxizi care să corespundă formulelor generale : RO_2, RO_3 și R_2O_7.

7.6. Care sînt formulele următorilor oxizi : oxid de potasiu, oxid cupros, oxid feric, peroxid de sodiu, oxid de bariu și bioxid de plumb ?

7.7. Să se scrie formulele următorilor oxizi : pentoxid de azot, bioxid de staniu, oxid de carbon, bioxid de carbon, trioxid de sulf, oxid de argint, bioxid de siliciu și oxid feros. Să se clasifice oxizii de mai sus în oxizi bazici, acizi și indiferenți.

7.8. Se dau următorii oxizi :

$$N_2O_3 ;\ CuO ;\ Fe_2O_3 ;\ CaO ;\ Ag_2O ;\ SO_2 ;\ ZnO.$$

a) Să se denumească acești oxizi.
b) Care dintre oxizii enumerați mai sus formează cu apa acizi ?
c) Care dintre acești oxizi formează cu apa direct hidrați ?

7.9. Să se scrie ecuația reacției dintre oxidul de potasiu și apă și să se calculeze cantitatea de hidroxid de potasiu rezultată din 0,5 moli de oxid de potasiu.

Scanned with OKEN Scanner

7.10. Ce cantitate de oxigen este necesară pentru obținerea unui mol de oxid de zinc ? Dar pentru obținerea unui mol de oxid cupric ?

7.11. Azotatul de bariu $Ba(NO_3)_2$ se descompune prin încălzire în oxid de bariu, bioxid de azot și oxigen. Să se scrie ecuația reacției și să se calculeze cantitățile de oxid de bariu și bioxid de azot rezultate la descompunerea a 130,5 kg de azotat de bariu.

7.12. Să se scrie formulele oxizilor care corespund următorilor hidrați:

$$LiOH\ ;\ Ba(OH)_2\ ;\ Fe(OH)_3.$$

7.13. Care dintre oxizii notați mai jos reacționează cu apă și formează baze:

$$K_2O\ ;\ CO_2\ ;\ MgO\ ;\ Na_2O\ ;\ SO_2\ ;\ CuO\ ;\ Fe_2O_3$$

Să se scrie ecuațiile acestor reacții.

7.14. O cantitate de 125,8 g de oxid de sodiu, reacționînd cu apa dintr-un vas, a format 124 g de hidroxid de sodiu. Să se afle cîtă apă a fost în vas și ce cantitate de oxid nu a intrat în reacție.

7.15. 0,5 moli de oxid de potasiu reacționează cu 10 cm^3 de apă. Cu cantitate de hidroxid de potasiu s-a format ?

7.16. Să se arate care dintre oxizii de mai jos reacționează cu acidul clorhidric :

$$ZnO\ ;\ N_2O_5\ ;\ CaO\ ;\ CO_2\ ;\ Al_2O_3.$$

Să se scrie ecuațiile acestor reacții.

7.17. Cît oxid de cupru este necesar pentru ca din reacția cu acidul sulfuric să rezulte 32 g de sulfat de cupru ?

7.18. 224 g de amestec de 20% oxid de calciu și 80% oxid de magneziu este tratat cu acid clorhidric. Ce cantitate de apă a rezultat în urma reacțiilor ce au avut loc ?

7.19. 3 moli de acid clorhidric acționează asupra a 165,5 g de oxid de zinc. Care dintre cele două substanțe a fost în exces și în ce cantitate ?

7.20. În ce cantități trebuie să reacționeze oxidul de magneziu și acidul sulfuric pentru a forma doi moli de sulfat de magneziu ?

7.21. Pornind de la calciu se poate obține hidroxid de calciu, după schema :

$$Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2.$$

a) Să se scrie ecuațiile celor două transformări.
b) Cît calciu este necesar ca să se obțină 118,4 g de hidroxid de calciu ?

Scanned with OKEN Scanner

7.22. Să se scrie ecuațiile reacțiilor cu ajutorul cărora se poate obține hidroxid de magneziu, plecînd de la magneziu și să se calculeze cît hidroxid de magneziu se poate obține din 60 g de magneziu.

7.23. Care dintre următorii oxizi reacționează cu bazele:

$$CuO\ ;\ CO_2\ ;\ FeO\ ;\ SiO_2\ ;\ SO_2\ ?$$

Să se scrie ecuațiile reacțiilor cu hidroxidul de sodiu

7.24. Care sînt formulele anhidridelor următorilor acizi:

$$HNO_3\ ;\ H_2SO_3\ ;\ H_3PO_4\ ;\ HClO_4\ ?$$

7.25. Să se stabilească conținutul procentual de sulf în oxizii SO_2 și SO_3.

7.26. Bioxidul de sulf reacționează cu hidroxidul de sodiu și formează sulfit de sodiu Na_2SO_3 și apa. Să se scrie ecuația reacției și să se calculeze ce cantitate de bioxid de sulf va intra în reacție cu 120 g de hidroxid de sodiu. Cît sulfit de sodiu se va forma în acest caz?

7,27. Oxizii neproducători de săruri trec prin oxidare în oxizi producători de săruri.

a) Să se scrie ecuațiile de oxidare a oxidului de azot la bioxidul de azot și de oxidare a oxidului de carbon la bioxidul de carbon.

b) Cîți centimetrii cubi de oxid de azot și de oxigen sînt necesari pentru a obține 70 cm^3 de bioxid de azot?

c) Ce cantitate de bioxid de carbon se poate obține din 42 g de oxid de carbon?

7.28. Ce cantitate minimă de bioxid de carbon este necesară pentru a reacționa cu un mol de sodă caustică? Dar cu 0,5 moli de hidroxid de calciu?

7.29. Se topește la un loc un amestec de 40 g de oxid de calciu și 40 g de bioxid de siliciu. Ce substanță s-a format și în ce cantitate?

7.30. Un amestec este format din: 35 g de oxid de calciu, 14 g de oxid de magneziu și 96 g de bioxid de siliciu. Ce cantitate de bioxid de siliciu nu a intrat în reacție după topirea amestecului?

Acizi-Baze-Săruri

După o definiție mai veche, acizii sînt substanțe cu gust acru, care înroșesc hîrtia albastră de turnesol, iar bazele sînt substanțe cu gust leșietic, care albăstresc hîrtia roșie de turnesol. Majoritatea acizilor, fiind hidrați ai unor oxizi, conțin și oxigen (de exemplu: H_2SO_4, HNO_3, H_2CO_3 etc.). Astfel de acizi se numesc acizi oxigenați. Cei care nu conțin oxigen (de exemplu HCl) se numesc acizi fără oxigen (sau hidracizi).

Acizii pot fi:

— monobazici, cînd conţin un atom de hidrogen ionizabil (de exemplu HCl, HNO_3);

— polibazici, cînd conţin mai mulţi atomi de hidrogen ionizabili; de exemplu: H_2SO_4 (acid bibazic), H_3PO_4 (acid tribazic).

Analog *bazele pot fi:*

— monoacide, cînd conţin o singură grupare oxidril: NaOH, KOH etc.,

— poliacide, cu mai multe grupări oxidril: $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$ etc.

Acizii se pot obţine:

a) prin combinarea directă a oxidului acid cu apa; de exemplu:

$$SO_3+H_2O=H_2SO_4.$$

b) Prin reacţia dintre o sare şi un acid (de obicei acid sulfuric); de exemplu:

$$2NaCl+H_2SO_4=2HCl+Na_2SO_4.$$

Bazele se pot obţine:

a) prin reacţia dintre metale sau oxizii metalelor cu apa:

$$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$$

$$CaO+H_2O=Ca(OH)_2$$

b) prin acţiunea bazelor tari asupra unor săruri solubile:

$$CuSO_4+2NaOH=Cu(OH)_2+Na_2SO_4$$

Sărurile pot fi considerate ca produse ale reacţiei dintre un acid şi o bază, fiind complet ionizate în stare pură şi în soluţie. Se pot clasifica astfel:

— săruri neutre, fără atomi de hidrogen ionizabili: $Ca(NO_3)_2$, KCl, Na_3PO_4 etc.;

— săruri acide, cu atomi de hidrogen ionizabili: $NaHSO_4$, $CaHPO_4$ etc.;

— săruri bazice, care cuprind grupa oxidril: Mg(OH)Cl, Al(OH) SO_4.

După *teoria protolitică* (Brönsted, 1923) acizii sînt substanţe care eliberează protoni, iar bazele sînt substanţe capabile să accepte protoni (ioni pozitivi de hidrogen: H^+). Astfel, acidul clorhidric poate ceda protonul (ionul de hidrogen) legat covalent:

$H-\ddot{Cl}: \rightarrow :\ddot{Cl}:^- + H^+$, se obţine astfel ionul clorură Cl^-, care prin electronii săi neparticipanţi poate capta protonul, îndeplinind rolul unei baze:

$$:\ddot{Cl}:^- + H^+ \rightarrow H-\ddot{Cl}:$$

Procesul este deci reversibil:

$$H-Cl \leftrightarrows Cl^- + H^+$$

Generalizat se poate scrie:

$$\underset{\text{acid}}{HA} \leftrightarrows \underset{\text{bază}}{A^-} + H^+ \qquad (1)$$

Acidul, pierzînd un proton, se transformă în bază, ceea ce înseamnă că fiecărui acid îi corespunde o bază conjugată și fiecărei baze un acid conjugat.

Ecuația (1) este însă incompletă, deoarece acidul poate ceda protonul numai unei baze care prin acceptarea lui devine acid:

$$H^+ + \underset{\text{bază}}{B^-} \leftrightarrows \underset{\text{acid}}{HB}$$

Însumînd această ecuație cu ecuația (1), se obține:

$$\underset{\text{acid}}{HA} + \underset{\text{bază}}{B^-} \leftrightarrows \underset{\text{acid}}{HB} + \underset{\text{bază}}{A^-} \qquad (2)$$

În molecula unei baze de tipul BOH, funcția de bază o îndeplinește ionul $H-\ddot{O}:^-$, care prin electronii săi neparticipanți atrage și acceptă protonul acidului cu care reacționează.

Ionizarea unei baze se poate scrie:

$$BOH \leftrightarrows B^+ + H-\ddot{O}:^- \qquad (3)$$

Ionizarea acizilor și bazelor fiind un proces reversibil în care se stabilește un echilibru chimic, i se poate aplica legea acțiunii maselor. Astfel, pentru ionizarea acidului — ecuația (1) — constanta de echilibru va fi:

$$K_a = \frac{[A^-]\cdot[H^+]}{[HA]}$$

În acest caz K_a se numește constantă de aciditate.

Pentru ionizarea unei baze — ecuația (3) — constanta se scrie:

$$K_b = \frac{[B^+]\cdot[HO^-]}{[BOH]}$$ unde K_b se numește constantă de bazicitate.

Trebuie reținut că în soluții apoase protonul nu se află liber, ci este totdeauna monohidratat, formînd ionul hidroniu H_3O^+:

$$H^+ + H_2O \rightleftarrows H_3O^+$$

Ionizarea unui acid se va scrie:

$HA + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + A^-$, iar valoarea constantei de aciditate

va fi:

$$K'_a = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA] \cdot [H_2O]}$$

Cum însă în soluții apoase concentrația apei neionizate este aproape constantă, se poate include valoarea ei în constanta de aciditate și relația devine:

$$K_a = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA]}$$

Totuși, din cauza comodității la scris, ionul de hidrogen se scrie de obicei nehidratat și se obține astfel ecuația:

$$K_a = \frac{[A^-] \cdot [H^+]}{[HA]}$$

— Ionizarea unei baze B în soluții apoase se scrie:

$$\underset{\text{bază}}{B} + H_2O \leftrightarrows \underset{\text{acid}}{BH^+} + \underset{\text{bază}}{HO^-}$$
$$\text{acid}$$

În această ecuație apa funcționează ca acid. Ca exemplu de ionizare a unei baze se va considera ionizarea amoniacului în soluție apoasă:

$$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + HO^-$$

— Ionizarea unui acid în soluție apoasă se scrie:

$$\underset{\text{acid}}{HA} + H_2O \leftrightarrows \underset{\text{bază}}{A^-} + \underset{\text{acid}}{H_3O^-}$$
$$\text{bază}$$

De exemplu:

$CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3O^+$, apa funcționînd ca bază.

Observînd cele două reacții de ionizare ale acidului și bazei, se constată că apa poate funcționa, după împrejurări, ca acid sau ca bază, fiind un dizolvant amfoter.

Clasificarea acizilor și bazelor după tărie se face ținînd seama de modul în care se ionizează în soluție apoasă. Astfel, se consideră acizi tari cei care sînt aproape complet ionizați, ca: HCl, HBr, HI, H_2SO_4, $HClO_4$, HNO_3; acizi slabi sînt cei care se ionizează puțin, ca: H_2CO_3, H_3BO_3, H_2S, CH_3COOH. Sînt și acizi de tărie mijlocie, cum sînt unii acizi organici (acidul lactic, acidul formic).

La fel, bazele pot fi: baze tari, practic complet ionizate, ca NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$ și baze slabe, ca: NH_4OH și unele baze organice.

Acizii tari deplasează acizii slabi din sărurile lor. Astfel, acidul clorhidric deplasează hidrogenul sulfurat din sulfura respectivă:

$$Na_2S + 2HCl = 2NaCl + H_2S,$$

sau ionic, ţinînd seama că acidul clorhidric este complet ionizat, iar acidul sulfhidric puţin ionizat.

$$S^{2-}+2H_3O^+ \rightarrow H_2S+2H_2O$$

Bazele tari de asemenea deplasează bazele slabe din sărurile lor:

$$KOH+NH_4Cl=NH_4OH+KCl \text{ sau:}$$

$$HO^-+NH_4^+ \rightarrow NH_3+H_2O$$

Reacţia de neutralizare este reacţia dintre un acid şi o bază, din care rezultă o sare:

$$NaOH+HCl \rightarrow NaCl+H_2O$$

Ionic, ţinînd seama că se produce un transfer de protoni:

$$H_3O^+ + Cl^- + Na^+ + HO^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + 2H_2O$$

Ionii de sodiu şi clor pot fi reduşi, iar ecuaţia rămîne:

$H_3O^+ + HO^- \leftrightarrows 2H_2O$, sau notînd ionul de hidroniu prin ionul de hidrogen:

$$H^+ + HO^- \leftrightarrows H_2O$$

Reacţia de neutralizare este deci o reacţie între ionii de hidroniu ai acidului şi ionii oxidril ai bazei.

Ionizarea apei. Ţinînd seama că apa se comportă ca acid şi ca bază, este de prevăzut ca între două molecule de apă să se producă următoarea reacţie:

$$H_2O+H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HO^-,$$

în care o moleculă cedează protoni, iar alta acceptă protoni.

Aplicînd legea acţiunii maselor, se obţine:

$$K=\frac{[H_3O^+]\cdot[HO^-]}{[H_2O]^2}$$

Apa ionizîndu-se foarte puţin, concentraţia moleculelor H_2O nu se schimbă în mod sensibil, astfel că poate fi considerată constantă. Pentru o anumită temperatură va fi constant şi produsul: $K.[H_2O]^2=K_{aq}$.
Deci:

$$K_{aq}=[H_3O^+]\cdot[HO^-] \text{ sau}$$

$$K_{aq}=[H^+]\cdot[HO^-]$$

Valoarea constantei K_{aq} la 22°C este: $K_{aq}=10^{-14}$

În apa pură concentrația ionilor de hidrogen trebuie să fie egală cu concentrația ionilor oxidril: $[H^+]=[HO^-]$
Înlocuind în relația: $K_{aq}=[H^+]\cdot[HO^-]$ se obține:

$$K_{aq}=[H^+]^2, \text{ de unde:}$$

$$[H^+]=\sqrt{K_{aq}}=\sqrt{10^{-14}}=10^{-7} \text{ mol/l}$$

De asemenea:

$$[HO^-]=10^{-7}\text{mol/l}$$

Relația care exprimă valoarea constantei K_{aq} arată că în apa pură și în orice soluție apoasă — la temperatură constantă — produsul concentrațiilor ionilor de hidrogen și de oxidril este constant. Constanta K_{aq} se numește produsul ionic al apei.

Adăugînd în apă un acid sau o bază se schimbă numai concentrațiile în ioni de hidrogen și de oxidril, astfel încît produsul acestor concentrații rămîne constant. Astfel, la adăugarea unui acid crește concentrația ionilor de hidrogen și scade în aceeași măsură concentrația ionilor oxidril. La starea neutră: $[H^+]=[OH^-]=10^{-7}$ mol/l.

Dacă $[H^+]>10^{-7}$, soluția are reacție acidă, iar dacă $[HO^-]>10^{-7}$, soluția are reacție bazică.

Hidroliza sărurilor. Se poate considera că hidroliza sărurilor este reacția chimică dintre o sare și apă, avînd ca rezultat formarea unui acid (eventual sare acidă) sau a unei baze (eventual sare bazică). În soluția unei sări AB are loc reacția:

$$AB+H_2O\rightleftarrows HA+BOH$$

Reacția de hidroliză are sens cînd ionii sării A^- și B^+ combinîndu-se cu ionii apei formează molecule ce nu se ionizează sau se ionizează greu. Hidroliza unei sări formate dintr-un acid tare și o bază tare practic nu se produce, deoarece atît acidul cît și baza sînt complet ionizați. Vor hidroliza numai sărurile în a căror compoziție se află ionul unui acid slab sau al unei baze slabe, întîlnindu-se trei cazuri de hidroliză:

1) Hidroliza unei sări formate dintr-un acid slab și o bază tare; în acest caz reacționează ionul acidului slab cu apa:

$$A^-+H_2O\rightleftarrows HO^-+HA$$

Se observă că soluția conține ioni HO^-, avînd caracter bazic.

2) Hidroliza unei sări formate dintr-un acid tare și o bază slabă; reacționează ionul bazei slabe cu apa:

$$B^+ + 2H_2O \rightleftarrows BOH + H_3O^+$$

sau

$$B^+ + H_2O \rightleftarrows BOH + H^+$$

Soluția conține ioni de hidroniu și are caracter acid.

3) Hidroliza unei sări formate dintr-un acid slab și o bază slabă ; reacționează cu apa atît ionul bazei slabe cît și ionul acidului slab :

$$A^- + B^+ + H_2O \rightleftarrows HA + BOH$$

În acest caz, dacă baza și acidul sînt la fel de slab ionizați, soluția este neutră. Dacă acidul este mai slab, soluția are caracter slab bazic, și invers.

Caracterul acid sau bazic al unei soluții poate fi pus în evidență cu ajutorul unor substanțe organice ce pot exista în două forme : acid și bază conjugată deosebite prin culoarea lor. Aceste substanțe capătă o culoare în mediu bazic, și alta în mediul acid, purtînd numele de indicatori.

7.31. Să se stabilească formulele următoarelor săruri ale acidului carbonic :

a) Sare neutră de aluminiu
b) Sare acidă de calciu
c) Sare bazică de cupru

Rezolvare. a) Sarea neutră va cuprinde în moleculă ionul CO_3^{2-} și ionul Al^{3+} Formula se scrie : $Al_x(CO_3)_y$. Se află c.m.m.m.c. al valențelor (6) și se împarte la valența fiecărui ion :

$$x = 6 : 3 = 2 \text{ și } y = 6 : 2 = 3$$

Formula va fi : $Al_2(CO_3)_3$ sau $2Al^{3+}\ 3CO_3^{2-}$
Pentru verificare se observă că suma algebrică a sarcinilor electrice este nulă : $2(+3) + 3(-2) = 0$

b) Sarea acidă de calciu — carbonatul acid de calciu—va avea molecula formată din ionii : HCO_3^- și Ca^{2+}. Formula se scrie : $(Ca)_x(HCO_3)_y$.
C.m.m.m.c. al valențelor este 2. Rezultă :

$$x = 2 : 2 = 1 \text{ și } y = 2 : 1 = 2$$

Formula va fi : $Ca(HCO_3)_2$ sau $Ca^{2+}\ 2HCO_3^-$

c) Sarea bazică de cupru — carbonatul bazic de cupru — este formată din ionii : $CuOH^+$ și CO_3^{2-}
Scriind : $(CuOH)_x(CO_3)_y$ și ținînd seama de valențe se obțin :
$x = 2$ iar $y = 1$. Se găsește formula : $(CuOH)_2CO_3$ sau $2CuOH^+CO_3^{2-}$

7.32. O soluție de acid acetic cu concentrație $2{,}8 \cdot 10^{-5}$ mol/l este ionizată în proporție de 53,9%. Să se calculeze constanta de aciditate.

Rezolvare.

Ionizarea acidului acetic se scrie :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

Din ecuație rezultă că la 1 mol de acid acetic corespund : un ion CH_3COO^- și un ion de hidroniu. Concentrațiile la echilibru vor fi :

$$[CH_3COOH] = 2{,}8 \cdot 10^{-5} - \frac{53{,}9}{100} \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} = 0{,}461 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{53{,}9}{100} \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} = 0{,}539 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$[H_3O^+] = \frac{53{,}9}{100} \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} = 0{,}539 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

Constanta de aciditate este dată în acest caz de relația :

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

Înlocuind valorile, se obține :

$$K_a = \frac{0{,}539 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}539 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5}}{0{,}461 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5}} \approx 1{,}76 \cdot 10^{-5}$$

7.33. La concentrația de 0,1 mol/l acidul acetic este ionizat în proporție de 1,35%.

a) Să se arate cum variază constanta de aciditate la o concentrație de 2 ori mai mică, știind că la noua concentrație acidul este ionizat în proporție de 1,9%. (Temperatura rămîne constantă.)

b) Să se calculeze de cîte ori se micșorează concentrația ionilor de hidroniu, dacă soluției inițiale i se adaugă soluție de acetat de sodiu cu concentrația 0,1 mol/l. La această diluție acetatul de sodiu ionizează în proporție de 80%.

Rezolvare.

a) Ionizarea acidului acetic se exprimă prin ecuația :

$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$, în care pentru un mol de acid neionizat corespunde un ion CH_3COO^- și un ion de hidroniu. Pentru concentrația inițială a acidului acetic de 0,1 mol/l, concentrațiile la echilibru vor fi :

$$[CH_3COOH] = 0{,}1 - \frac{1{,}35}{100} \cdot 0{,}1 = 98{,}65 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{1{,}35}{100} \cdot 0{,}1 = 1{,}35 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[H_3O^+] = \frac{1{,}35}{100} \cdot 0{,}1 = 1{,}35 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Constanta de aciditate este dată de relația : $K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$, înlocuind se obține :

$$K_a = \frac{1{,}35 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}35 \cdot 10^{-3}}{98{,}65 \cdot 10^{-3}} \approx 1{,}847 \cdot 10^{-5}$$

Scanned with OKEN Scanner

La o concentrație de două ori mai mică a acidului acetic, concentrațiile la echilibru vor fi :

$$[CH_3COOH] = 0{,}05 - \frac{1{,}9}{100} \cdot 0{,}05 = 49{,}05 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{1{,}9}{100} \cdot 0{,}05 = 0{,}95 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[H_3O^+] = \frac{1{,}9}{100} \cdot 0{,}05 = 0{,}95 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Valoarea constantei de aciditate este :

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{0{,}95 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}95 \cdot 10^{-3}}{49{,}05 \cdot 10^{-3}} = 1{,}83 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

Se observă că valoarea constantei de aciditate rămîne aproape aceeași și nu depinde de concentrație. Se poate considera $K_a \approx 1{,}8 \cdot 10^{-5}$, în ambele cazuri.

b) În general, la introducerea în soluția unui acid a unei sări cu ioni identici cu unul din ionii acidului, echilibrul nu mai rămîne același, deoarece se mărește concentrația în ionii acidului și echilibrul se deplasează spre stînga, cu formare de molecule neionizate. În cazul de față, introducînd acetat de sodiu se mărește concentrația ionilor CH_3COO^- și echilibrul se deplasează spre stînga, mărindu-se concentrația moleculelor neionizate de acid acetic și micșorîndu-se concentrația ionilor de hidroniu. Scriind ecuațiile de ionizare ale celor două substanțe :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

$$CH_3COONa \rightleftarrows CH_3COO^- + Na^+$$

și notînd cu x concentrația ionilor de hidroniu după introducerea acetatului de sodiu, se pot exprima astfel concentrațiile la echilibru ale substanțelor :

$$[H_3O^+] = x \; ; \; [CH_3COOH] = 0{,}1 - x \; ; \; [CH_3COO^-] = x + 0{,}8 \cdot 0{,}1$$

Concentrația ionului CH_3COO^- va fi egală cu suma dintre concentrațiile create prin ionizarea acidului (x) și concentrația rezultată prin ionizarea sării adăugată ($0{,}8 \cdot 0{,}1$).

Aplicînd formula constantei de aciditate :

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

și cunoscînd de la punctul *a)* valoarea constantei de aciditate, se obține

$$1{,}8 \cdot 10^{-5} = \frac{\left(x + \frac{80}{100} \cdot 0{,}1\right) x}{0{,}1 - x}$$

În această relație valoarea lui x poate fi neglijată, fiindcă concentrația ionilor de hidroniu provenită din ionizarea slabă a acidului este foarte mică în comparație cu ionizarea puternică a sării și cu concentrația ridicată a moleculelor neionizate. Se va obține relația:

$$1{,}8 \cdot 10^{-5} = \frac{\frac{80}{100} \cdot 0{,}1 \cdot x}{0{,}1}$$

Rezolvînd, se obține: $x = 2{,}25 \cdot 10^{-5}$ mol/l.
Făcînd raportul dintre concentrația inițială și concentrația finală a ionilor de hidroniu:

$\frac{1{,}35 \cdot 10^{-3}}{2{,}25 \cdot 10^{-5}} = 60$, se observă că s-a micșorat concentrația ionilor de hidroniu de 60 ori.

7.34. Să se stabilească caracterul bazic sau acid al soluțiilor următoarelor săruri:

a) cianură de potasiu: KCN,
b) clorură de zinc: $ZnCl_2$,
c) acetat de amoniu: $NH_4(CH_3COO)$

Rezolvare.

a) Hidroliza cianurii de potasiu se poate scrie sub forma reacției globale:

$$KCN + H_2O \rightleftarrows HCN + KOH$$

Ținînd seama de faptul că cianura de potasiu este practic complet ionizată, apa este foarte puțin ionizată, acidul cianhidric aproape neionizat și hidroxidul de potasiu complet ionizat, reacția se poate scrie sub formă ionică astfel:

$$K^+ + CN^- + H_2O \rightleftarrows HCN + K^+ + HO^-$$

Reducînd termenii asemenea din ecuație, se obține:

$$CN^- + H_2O \rightleftarrows HCN + HO^-$$

Ecuația indică faptul că reacția se produce între anionul acidului slab și apă, formînd ioni oxidril care imprimă soluției un caracter bazic.

b) Hidroliza clorurii de zinc. Reacția globală se scrie prin ecuația

$$ZnCl_2 + H_2O \rightleftarrows Zn(OH)Cl + HCl$$

Cele două săruri, clorura de zinc și clorura bazică de zinc, împreună cu acidul clorhidric sînt aproape complet ionizate, astfel că ecuația sub formă ionică va fi:

$$Zn^{2+} + 2Cl^- + H_2O \rightleftarrows Zn(OH)^+ + H^+ + 2Cl^-, \text{ sau}$$

$$Zn^{2+} + H_2O \rightleftarrows Zn(OH)^+ + H^+$$

Scanned with OKEN Scanner

Ionul $Zn(OH)^+$, provenind dintr-o bază relativ slabă şi constituind deja produsul primei trepte de ionizare a hidroxidului de zinc, se ionizează foarte greu. În soluţie se află ionul de hidrogen care imprimă soluţiei un caracter acid.

c) Hidroliza acetatului de amoniu decurge după ecuaţia:

$$NH_4(CH_3COO)+H_2O \rightleftarrows NH_4OH+CH_3COOH$$

În această reacţie numai acetatul de amoniu este ionizat, astfel că ecuaţia sub formă ionică se scrie:

$$CH_3COO^-+NH_4^++H_2O \rightleftarrows NH_4OH+CH_3COOH$$

Reacţia se produce între apă şi ambii ioni ai sării, astfel că soluţia este practic neutră.

7.35. Se consideră 90 cm^3 apă pură în care concentraţiile ionilor de hidroniu şi de oxidril sînt egale. Să se calculeze variaţiile concentraţiilor în ioni de hidroniu şi de oxidril:

a) cînd se adaugă 1,8 mg hidroxid de sodiu,

b) cînd se adaugă 10 cm^3 soluţie de acid clorhidric cu concentraţia 1 mol/l.

Se consideră că, în condiţiile problemei, acidul clorhidric ionizează în proporţie de 92%, iar hidroxidul de sodiu ionizează complet.

Rezolvare.

a) Se calculează concentraţia ionilor oxidril corespunzătoare cantităţii de 1,8 mg hidroxid de sodiu aflaţi în 90 cm^3 soluţie: Se exprimă mai întîi cantitatea de 1,8 mg hidroxid de sodiu în moli: 1 mol $NaOH=23+16+1=40$ g.

Numărul de moli pentru 1,8 mg va fi:

$$\frac{1{,}8\cdot10^{-3}\ g}{40\ g}=4{,}5\cdot10^{-5}\ \text{moli}$$

Acest număr de moli fiind cuprins în 90 cm^3, se calculează numărul de moli din 1000 cm^3, ceea ce reprezintă însăşi concentraţia hidroxidului de sodiu în mol/l:

$$\frac{1\,000\cdot4{,}5\cdot10^{-5}}{90}=\frac{4{,}5\cdot10^{-3}}{9}=5\cdot10^{-4}\ \text{mol/l}.$$

Ionizarea hidroxidului de sodiu fiind completă şi observînd că dintr-un mol de hidroxid de sodiu se obţine un mol HO^-, rezultă: $[HO^-]=5\cdot10^{-4}$ mol/l

Concentraţia ionilor de hidroniu se calculează din produsul ionic al apei:

$$[H_3O^+]\cdot[HO^-]=10^{-14}\ \text{de unde:}$$

$$[H_3O^+]=\frac{10^{-14}}{[HO^-]}=\frac{10^{-14}}{5\cdot10^{-4}}=2\cdot10^{-11}\ \text{mol/l}$$

Ţinînd seama că în apa pură concentraţiile ionilor de hidroniu şi de oxidril erau egale cu 10^{-7} mol/l, rezultă că prin adăugarea a 1,8 mg hidroxid de

sodiu, concentrația ionilor de hidroniu a scăzut de la 10^{-7} mol/l la $2 \cdot 10^{-11}$ mol/l, iar concentrația ionilor oxidril a crescut de la 10^{-7} mol/l la $5 \cdot 10^{-4}$ mol/l, soluția fiind bazică.

b) La adăugarea acidului clorhidric se calculează cantitatea în grame cuprinsă în 10 cm³ de concentrație 1 mol/l:

$$1 \text{ mol } HCl = 35{,}5 + 1 = 36{,}5 \text{ g.}$$

Știind că într-un litru de soluție se află 36,5 g de acid clorhidric, în 10 cm³ se vor afla:

$$\frac{36{,}5 \cdot 10}{1\,000} = 0{,}365 \text{ g acid clorhidric.}$$

Adăugată în 90 cm³ apă pură, această cantitate se va afla în:
$90 + 10 = 100$ cm³ soluție.

Cantitatea de 0,365 g acid se transformă în moli:

$$\frac{0{,}365 \text{ g}}{36{,}5 \text{ g}} = 0{,}01 \text{ moli în } 100 \text{ cm}^3 \text{ soluție}$$

Concentrația soluției va fi:

$$\frac{0{,}01 \cdot 1\,000}{100} = 0{,}1 \text{ mol/l}$$

La același rezultat se poate ajunge mult mai ușor, observînd că diluția crește de 10 ori (de la 10 cm³ la 100 cm³), ceea ce înseamnă că va scădea concentrația de același număr de ori (de la 1 mol/l la 0,1 mol/l).

Ionizarea acidului clorhidric se scrie:

$$HCl + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Cl^-$$

Cunoscînd proporția de ionizare a acidului clorhidric (92%) se obține concentrația ionilor de hidroniu:

$$\frac{92}{100} \cdot 0{,}1 = 0{,}092 \text{ mol/l} = 9{,}2.10^{-2} \text{ mol/l}$$

Din produsul ionic al apei se calculează concentrația ionilor oxidril:

$$[HO^-] = -\frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{9{,}2 \cdot 10^{-2}} = 1{,}087.10^{-13} \text{ mol/l}$$

Față de concentrațiile din apa pură, concentrația ionilor de hidroniu a crescut de la 10^{-7} mol/l la $9{,}2.10^{-2}$ mol/l, iar concentrația ionilor oxidril a scăzut de la 10^{-7} mol/l la $1{,}087.10^{-13}$ mol/l, soluția fiind acidă.

7.36. Se dau următorii acizi:

H_2S; HNO_3; H_2SO_3; H_3PO_4; H_3BO_3; HBr; $HClO_3$; HCl; $H_2(PO_3H)$.

a) Care dintre acești acizi sînt monobazici, bibazici și tribazici?
b) Să se indice care dintre ei sînt oxiacizi și care sînt hidracizi.

Scanned with OKEN Scanner

7.37. Să se scrie formulele anhidridelor care corespund următorilor acizi :

H_2CO_3 ; HPO_3 ; $H_4P_2O_7$; HNO_3 ; H_2SO_4 ; H_2SO_3 ; $HMnO_4$.

7.38. Ce cantitate de anhidridă sulfurică şi de apă se obţine încălzind 29,4 g de acid sulfuric ?

7.39. Ce cantitate de apă se obţine prin încălzirea unui mol de acid azotic ? Dar încălzind 0,5 moli de acid ortofosforic ?

7.40. Să se completeze egalităţile următoarelor reacţii :

$Ca + HCl \rightarrow ? + ?$; $SO_2 + H_2O \rightarrow ?$

$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ? + ?$; $NO_2 + H_2O \rightarrow ? + ?$

(Se completează prin formule semnele de întrebare şi se stabilesc coeficienţii.)

7.41. Să se afle ce cantitate de zinc trebuie să reacţioneze cu acidul clorhidric ca prin această reacţie să se degaje tot atîta hidrogen cît se degajă prin reacţia dintre acidul clorhidric şi 9 g de aluminiu ?

7.42. Într-un vas se găsesc 5,2 g de zinc, 3,6 g de aluminiu şi 12,32 g de fier. Să se afle ce cantitate de hidrogen se degajă dacă peste aceste metale se adaugă acid sulfuric în exces ?

7.43. Se dau următorii oxizi :

CuO ; Na_2O ; NO ; CO_2 ; FeO ; SO_2 ; SO_3.

Care dintre aceşti oxizi reacţionează cu acidul clorhidric ? Să se scrie ecuaţiile acestor reacţii.

7.44. Peste 8 g de oxid de magneziu se adaugă o soluţie care conţine 20 g de acid sulfuric. Să se scrie ecuaţia reacţiei care are loc şi să se afle ce substanţă este în exces şi în ce cantitate.

7.45. Care sînt reacţiile prin care se poate obţine clorură de magneziu din magneziu şi din oxid de magneziu ? Care este cantitatea de oxid de magneziu din care se poate obţine tot atîta clorură de magneziu ca şi din 9,6 g de magneziu ?

7.46. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor cu ajutorul cărora se pot face următoarele transformări :

$CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(NO_3)_2$.

Ce cantitate de carbonat de calciu este necesară, urmînd transformările de mai sus, ca să se obţină 49,2 g de azotat de calciu ?

7.47. Un amestec care conţine 75% oxid de zinc şi 25% oxid cupric este tratat cu acid clorhidric în exces. Ce cantităţi de săruri au rezultat în

Scanned with OKEN Scanner

urma reacţiilor dintre oxizi şi acidul clorhidric, dacă amestecul de oxizi a cîntărit 48 g?

7.48. O soluţie ce conţine 4 g de hidroxid de calciu s-a adăugat unei soluţii ce conţine 8 g de acid sulfuric.

a) Ce sare s-a format şi în ce cantitate?

b) Ce culoare va căpăta hîrtia de turnesol introdusă în această soluţie?

7.49. Două soluţii conţin cantităţi egale de acid clorhidric şi de hidroxid de potasiu. Cele două soluţii se toarnă în acelaşi vas. Ce culoare va căpăta hîrtia de turnesol introdusă în vas? Să se explice răspunsul

7.50. Cîţi moli de hidroxid de sodiu vor fi necesari pentru a neutraliza 315 g de acid azotic? Dar pentru neutralizarea a 49 g de acid ortofosforic?

7.51. Cînd se va forma mai multă apă: prin acţiunea acidului sulfuric asupra unui mol de hidroxid cupric sau asupra unui mol de oxid de calciu? În ce raport de mase se află cantităţile de hidroxid cupric şi oxid de calciu, care formează aceeaşi cantitate de apă prin reacţia cu acidul sulfuric?

7.52. Să se scrie formulele hidroxizilor următoarelor metale:

K; Fe; Cr; Pb; Mn; Sn

I III III IV II IV

(Cifrele romane arată valenţele metalelor.)

7.53. Se dau următorii oxizi:

Na_2O; CuO; CaO; Fe_2O_3 şi ZnO.

Să se indice care dintre aceşti oxizi reacţionează cu apa şi să se scrie ecuaţiile acestor reacţii.

7.54. Să se completeze următoarele ecuaţii:

$Fe(OH)_3 \rightarrow ? + H_2O$

$Ca(OH)_2 \rightarrow ? + H_2O$

$AgOH \rightarrow ? + H_2O$.

(În locul semnului de întrebare se scrie formula substanţei respective şi se stabilesc coeficienţii.)

7.55. Printr-un amestec de 40% hidroxid de sodiu şi 60% hidroxid de potasiu — dizolvat în apă — se trece un curent de bioxid de carbon. Cît carbonat de sodiu şi cît carbonat de potasiu s-a format, dacă amestecul cîntăreşte 40 g, din care 75% este apă?

7.56. Într-un vas deschis se găseşte hidroxid de sodiu, care a absorbit 250 cm^3 de bioxid de carbon din aer. Ce cantitate de hidroxid de sodiu s-a transformat în altă substanţă sub acţiunea bioxidului de carbon? (1 l CO_2 cîntăreşte 1,97 g.)

7.57. Un amalgam de sodiu (aliaj de mercur cu sodiu) conține 11,5% sodiu. Știind că în urma acțiunii apei asupra amalgamului s-au obținut 32 g de hidroxid de sodiu, să se afle cantitatea de amalgam de sodiu.

7.58. Într-un vas care conține 1 l de apă se aruncă 92 g de sodiu și 35,1 g de potasiu. În ce cantitate de apă se află dizolvate bazele formate?

7.59. Cum se poate obține hidroxidul feros din clorura feroasă? Dar hidroxidul cupric din sulfatul de cupru? Să se scrie ecuațiile reacțiilor.

7.60. Să se arate dacă se pot afla dizolvate împreună în apă următoarele grupări de substanțe: *a*) NaOH și HCl; *b*) NaOH și $Mg(OH)_2$; *c*) KOH și $AlCl_3$; *d*) $Ca(OH)_2$ și $Ba(OH)_2$.
Să se arate care grupări sînt imposibile și pentru ce.

7.61 Cîți moli de hidroxid feric se formează ca rezultat al reacției dintre un mol de clorură ferică și 1,2 moli de hidroxid de sodiu? Ce cantitate de substanță — exprimată în moli — este în exces?

7.62. Într-un vas cu apă se aruncă 11,5 g de sodiu. Ce cantitate de apă se află în vasul respectiv, știind că pentru fiecare moleculă de hidroxid de sodiu revin 100 de molecule de apă?

7.63. Peste o soluție în care se găsesc dizolvate 20 g de sulfat feric $Fe_2(SO_4)_3$ și 65 g de clorură ferică $FeCl_3$ se adaugă 84 g de hidroxid de potasiu. Să se stabilească dacă hidroxidul de potasiu a fost adăugat în cantitate suficientă pentru a transforma ambele săruri în hidroxid feric. Ce cantitate de hidroxid feric se formează?

7.64. Să se scrie ecuațiile reacțiilor cu ajutorul cărora se pot face următoarele transformări:

a) $ZnCl_2 \rightarrow Zn(OH)_2$

b) $K \rightarrow KOH$;

c) $NaOH \rightarrow Na_2SO_4$

d) $Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3$

e) $Cu(OH)_2 \rightarrow Cu($ [illegible]

f) $BaO \rightarrow Ba($ [illegible]

g) $FeCl_2 \rightarrow$ [illegible]

h) $Fe($ [illegible]

7.65

Scanned with OKEN Scanner

$NaOH \rightarrow Na_2SO_4$

$Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4$

$BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow Ba(NO_3)_2$

$FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3$

$Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe(OH)_3$

a) Să se scrie ecuațiile sub formă ionică.

b) Urmînd transformările de mai sus, să se calculeze cît azotat de bariu se obține din 91,8 g oxid de bariu și cîți moli de sulfat feric sînt necesari pentru a obține 0,75 moli hidroxid feric.

7.66. Să se denumească sărurile corespunzătoare formulelor:

$Ba(NO_3)_2$; CuS; $FeCl_3$; K_3PO_4; KBr; $NaHCO_3$

$FeOHCl_2$; $KHSO_4$; Hg_2Cl_2; $HgCl_2$; $FeSO_4$; $Fe_2(SO_4)_3$

$Mg_3(PO_4)_2$; $Ba(HSO_4)_2$; $FeOHSO_4$; $MgOHCl$.

7.67. Să se scrie formulele pentru: sarea neutră de calciu a acidului sulfhidric H_2S și sarea neutră de potasiu a acidului bicromic $H_2Cr_2O_7$.

7.68. Care sînt formulele următoarelor săruri ale acidului fosforic:
— sare neutră de calciu
— sare monoacidă de magneziu
— sare biacidă de potasiu.

7.69. Să se stabilească formulele sărurilor bazice de aluminiu ale acidului clorhidric.

7.70. Care sînt ionii negativi și pozitivi din următoarele săruri:
$CaHPO_4$ (fosfat monoacid de calciu); $NaHS$ (sulfură acidă de sodiu);
$(ZnOH)_2CO_3$ (carbonat bazic de zinc);
K_2CO_3 (carbonat de potasiu); $KHSO_4$ (sulfat acid de potasiu);
$Al(OH)_2(CH_3COO)$ (acetat bazic de aluminiu);
$Co(OH)CO_3$ (carbonat bazic de cobalt).

7.71. Ce substanțe se obțin prin acțiunea unui acid asupra unei sări. Dar prin acțiunea unei sări asupra altei sări? A unei baze solubile asupra unei sări? Să se dea exemple de reacții.

7.72. Ce reacție se va produce dacă introducem fier într-o soluție de sulfat de cupru? Dar dacă introducem cupru în soluția de sulfat feros? Să se explice răspunsul.

7.73. Cînd se va produce o reacție chimică: la introducerea argintului într-o soluție de azotat de aluminiu sau la introducerea aluminiului într-o soluție de azotat de argint?

Scanned with OKEN Scanner

7.74. Să se calculeze :

a) Cît cupru dintr-o soluţie de clorură cuprică poate fi înlocuită de un mol de fier ?

b) Cîţi moli de argint din azotatul de argint pot fi înlocuiţi de 97,5 g de zinc ?

c) Cîţi moli de cupru din sulfatul de cupru pot fi înlocuiţi de 4 moli de zinc ?

7.75. Ce săruri se formează în urma reacţiilor dintre următoarele substanţe :
oxid de argint şi acid azotic ;
oxid feric şi acid sulfuric ;
oxid feros şi acid clorhidric.
Să se scrie ecuaţiile reacţiilor.

7.76. Cum se poate obţine clorură ferică din hidroxid feric ? Ce cantitate de hidroxid feric este necesară ca să se obţină 2 moli de clorură ferică ?

7.77. Se tratează 20 g de oxid de cupru cu o soluţie ce conţine o cantitate egală de acid sulfuric. Să se arate ce cantitate de oxid de cupru a intrat în reacţie cu acidul sulfuric şi să se calculeze cantitatea de sulfat de cupru formată.

7.78. Se tratează 26 kg de marmură cu acid clorhidric. Care este puritatea marmurii, dacă în urma reacţiei s-au degajat 5,6 m^3 de bioxid de carbon ? ($\rho_{CO_2}=1{,}97$ g/l).

7.79. Se tratează 8 g de amestec de oxid cupric şi cupru metalic cu o soluţie de acid clorhidric diluat şi apoi se filtrează. Ştiind că ceea ce rămîne pe filtru cîntăreşte 4,8 g, să se afle cantitatea de clorură cuprică formată.

7.80. Un amestec de oxizi este format din : 35,5% ZnO, 15% MgO, 40% Fe_2O_3 şi 9,5% SiO_2. Cîte grame cîntăreşte amestecul dacă pentru transformarea oxizilor în sărurile respective s-a consumat 159,25 g de acid sulfuric ? (Zn = 65.)

7.81. Peste 49 g de acid sulfuric se toarnă o soluţie ce conţine 35 g de hidroxid de potasiu. Ce cantitate de hidroxid de sodiu mai trebuie adăugată pentru a neutraliza complet acidul sulfuric ?

7.82. Peste o soluţie care conţine doi moli de acid clorhidric se toarnă o soluţie ce conţine 40 g de hidroxid de sodiu. Ce reacţie dă soluţia rezultată : acidă, bazică sau neutră ? Ce substanţă şi în ce cantitate ar fi fost necesară ca reacţia să fie neutră ?

7.83. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor ce au loc între următoarele perechi de săruri, dizolvate în apă :
clorură de potasiu şi azotat de argint ;
clorură de calciu şi carbonat de sodiu ;
sulfat de sodiu şi clorură de bariu ;
sulfat de potasiu şi clorură de calciu.

Scanned with OKEN Scanner

Folosindu-se tabela nr.1 de solubilitate a sărurilor de la sfîrşitul cărţii să se indice în fiecare reacţie care dintre sărurile rezultate se depune sub formă de precipitat.

7.84. Să se arate care dintre sărurile de mai jos — luate perechi — pot fi folosite pentru a obţine, printr-o reacţie chimică, clorură de potasiu:

$$K_2CO_3,\ BaCl_2,\ NaCl \text{ şi } K_2SO_4.$$

Să se scrie ecuaţiile acestor reacţii. (Se foloseşte tabela nr. 1 de solubilitate a sărurilor.)

7.85. Se dau următoarele scheme de reacţii:

$$FeS + K_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + K_2S;$$

$$AgCl + KNO_3 \rightarrow AgNO_3 + KCl;$$

$$CuSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + CuCl_2.$$

Ţinînd seama de solubilitatea sărurilor, să se indice care dintre aceste reacţii este posibilă în sensul indicat de săgeată?

7.86. Clorura cuprică se obţine în industrie prin reacţia dintre sulfatul de cupru şi clorura de bariu. Ce cantitate de $CuCl_2$ se obţine, folosind această metodă, din 50 kg de sulfat de cupru de puritate 96%.

7.87. Peste o soluţie ce conţine 11,7 g de clorură de sodiu se adaugă soluţie de azotat de argint. Ce sare nouă s-a format şi în ce cantitate? (Se foloseşte tabelul de solubilitate a sărurilor.)

7.88. Cum se poate obţine clorură de sodiu din carbonat de sodiu? Din cîte grame de carbonat de sodiu s-ar putea obţine 585 g NaCl?

7.89. Ce săruri noi se formează prin reacţia dintre carbonatul de sodiu şi clorura de calciu? Să se calculeze cantităţile de săruri noi obţinute, folosindu-se 26,5 g de carbonat de sodiu şi clorură de calciu în exces.

7.90. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor cu ajutorul cărora se obţine oxidul cupric din clorura cuprică, trecînd prin următoarele transformări:

$$CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO.$$

Să se calculeze cantitatea de $CuCl_2$ necesară pentru a obţine 48 g CuO.

7.91. Folosindu-se tabelul de solubilităţi să se indice cum se poate obţine clorura de magneziu prin acţiunea unei sări asupra altei sări.

7.92. Cum se poate obţine azotat de cupru, avînd la dispoziţie sulfat de cupru, hidroxid de sodiu şi acid azotic. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor şi să se calculeze cantitatea de azotat de cupru format din 25 g de sulfat de cupru de puritate 96%.

7.93. Să se scrie ecuațiile reacțiilor prin care se poate realiza următorul ciclu de transformări :

$$Al(OH)_3 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3.$$

Ce cantitate de clorură de aluminiu și de sulfat de aluminiu se formează din 39 g de hidroxid de aluminiu, urmînd transformările de mai sus ?

7.94. Avînd la dispoziție oxid de bariu, acid clorhidric, acid azotic și acid sulfuric, să se indice reacțiile cu ajutorul cărora se pot realiza transformările :

$$BaO \rightarrow BaCl_2 \rightarrow Ba(NO_3)_2 \rightarrow BaSO_4.$$

Să se scrie ecuațiile reacțiilor și să se calculeze cantitățile de acid clorhidric, acid azotic și acid sulfuric ce trebuie să reacționeze ca să rezulte din transformări 93,2 g $BaSO_4$.

7.95. Constanta de aciditate a unui acid slab, la temperatura de 18°C, are valoarea $K_a = 2.10^{-4}$. Să se calculeze concentrația acidului, dacă la temperatura respectivă ionizează în proporție de 14%.

7.96. În ce proporție este ionizat acidul hipocloros într-o soluție de concentrație 0,2 mol/l, constanta de aciditate fiind 4.10^{-8} ?

7.97. Acidul formic (HCOOH) este un acid slab. Cunoscînd constanta de aciditate : 2.10^{-4}, să se afle concentrația acidului într-o soluție în care ionizează în proporție de 3,2%.

7.98. Acidul clorhidric ionizează în proporție de 78% cînd concentrația este de 1 mol/l și în proporție de 92% cînd concentrația se micșorează de 10 ori. Să se demonstreze că pentru acidul clorhidric constanta de aciditate nu este o mărime constantă.

7.99. Să se calculeze concentrațiile ionilor de hidroniu și proporția de ionizare a acidului acetic la concentrațiile de 0,1 mol/l și 0,01 mol/l, constanta de aciditate fiind : $1{,}8.10^{-5}$.

7.100. Să se calculeze concentrația în ioni de hidroniu a unei soluții de acid azotic cu concentrația de 0,002 mol/l, știind că ionizarea este completă.

7.101. La o concentrație de 0,1 mol/l acidul acetic ionizează în proporție de 1,35%. Cu cît trebuie să se micșoreze concentrația acidului ca să ionizeze în proporție de 80% ?

7.102. Într-o soluție de acid formic, concentrația ionilor de hidroniu este $3{,}4 \cdot 10^{-3}$ mol/l. Să se stabilească valoarea constantei de aciditate și concentrația acidului formic, știind că în condițiile date este ionizat în proporție de 5%.

7.103. La concentrația de 0,2 mol/l acidul formic ionizează într-o anumită proporție, formîndu-se ioni de hidroniu cu concentrația $6{,}4 \cdot 10^{-3}$ mol/l. De

cîte ori se va micşora concentraţia ionilor de hidroniu dacă se adaugă în soluţie formiat de sodiu pînă la concentraţia de 1 mol/l ? (Se cunoaşte constanta de aciditate a acidului formic : $2 \cdot 10^{-4}$ şi proporţia de 75% în care este ionizat acetatul de sodiu în aceste condiţii).

7.104. Într-un litru de soluţie se află 1 mol acid acetic şi 0,1 moli acid clorhidric. Să se calculeze concentraţia ionilor CH_3COO^-, cunoscînd constanta de aciditate a acidului acetic : $1,8 \cdot 10^{-5}$. Se consideră că acidul clorhidric este complet ionizat.

7.105. Într-o soluţie concentraţia ionilor de hidroniu este $2,5 \cdot 10^{-5}$ mol/l. Soluţia este acidă sau bazică ?

7.106. Concentraţia ionilor de hidroniu dintr-o soluţie este $1,6 \cdot 10^{-11}$ mol/l. Să se calculeze concentraţia ionilor oxidril, precizîndu-se caracterul soluţiei.

7.107. Un litru de soluţie conţine 0,1 g hidroxid de sodiu. Ştiind că ionizarea este completă, să se afle concentraţiile în ioni de hidroniu şi de oxidril

7.108. Într-o soluţie de acid clorhidric cu concentraţia 0,5 mol/l, acidul este ionizat în proporţie de 85%. Să se afle concentraţia ionilor de hidroniu.

7.109. Se consideră două soluţii de concentraţii diferite în ioni de hidroniu şi de oxidril : prima conţine $36138 \cdot 10^4$ ioni de hidroniu la 6 cm^3 de soluţie, iar a doua $66253 \cdot 10^4$ ioni de oxidril la 11 cm^3 de soluţie. Să se calculeze concentraţia în ioni de hidroniu pentru fiecare soluţie şi să se indice caracterul bazic sau acid al celor două soluţii.

7.110. În 50 cm^3 soluţie de hidroxid de potasiu cu concentraţia 0,1 mol/l se adaugă soluţie de acid clorhidric de concentraţie 0,5 mol/l. Ce volum din soluţia de acid este necesar ca în urma amestecării soluţia să fie neutră ? În condiţiile date se consideră hidroxidul de potasiu ionizat în proporţie de 90%, iar acidul clorhidric în proporţie de 85%.

7.111. Să se calculeze variaţia concentraţiilor în ioni de hidroniu şi de oxidril aflaţi în 200 cm^3 apă pură, dacă se adaugă 4 mg hidroxid de sodiu. Se consideră ionizarea completă a hidroxidului de sodiu.

7.112. În 900 cm^3 apă pură se dizolvă 36 mg hidroxid de sodiu. În soluţia alcalină obţinută se adaugă 10 cm^3 soluţie de hidroxid de potasiu cu concentraţia 1 mol/l. Cum variază concentraţia ionilor de hidroniu şi oxidril după adăugarea hidroxidului de potasiu, ţinînd seama că în condiţiile date hidroxidul de potasiu ionizează în proporţie de 91%.

7.113. În soluţie de concentraţie 0,1 mol/l, la temperatura de 18°C, acidul cianhidric ionizează în proporţie de 0,01%. La aceeaşi temperatură acidul acetic aflat în soluţie de concentraţie 0,05 mol/l ionizează în proporţie de 1,9%.

a) Să se calculeze numărul de ioni de hidroniu aflaţi în cele două soluţii, considerînd că volumul fiecărei soluţii este de 1 litru.

b) În care din cele două soluţii concentraţia ionilor oxidril este mai mare ?

Scanned with OKEN Scanner

7.114. Acidul clorhidric este un acid tare. De asemenea hidroxidul de sodiu este o bază tare, astfel că reacţia între cele două substanţe se produce în cantităţi echivalente, fiind complet ionizate.

1) Să se calculeze concentraţia în ioni de hidroniu în urma reacţiilor dintre :

a) 50 cm^3 soluţie acid clorhidric de concentraţie 1 mol/l şi 490 cm^3 soluţie de hidroxid de sodiu de concentraţie 0,1 mol/l.

b) 50 cm^3 soluţie acid clorhidric de concentraţie 1 mol/l şi 501 cm^3 soluţie de hidroxid de sodiu de concentraţie 0,1 mol/l.

În ambele cazuri se adaugă apă pură, astfel ca volumul total al soluţiei să fie de 1 litru.

2) Care trebuie să fie volumul soluţiei de hidroxid de sodiu cu concentraţia 0,1 mol/l pentru a neutraliza 50 cm^3 soluţie de acid clorhidric cu concentraţia 1 mol/l ? (Cele două soluţii sînt aduse cu apă pură la volumul total de 1 litru).

7.115. Azotitul de sodiu şi sulfura de sodiu sînt săruri ale acizilor slabi HNO_2 şi H_2S. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor de hidroliză — moleculare şi ionice — ale acestor săruri. Să se indice cum se comportă apa în aceste reacţii : ca un acid sau ca o bază ?

7.116. Se dau următoarele săruri :

$NaCN$, K_2S, Na_2CO_3, $Zn(NO_3)_2$

KIO_4, NH_4I, $Al(CH_3COO)_3$. Să se scrie ecuaţiile ionice ale acestor săruri la hidroliză şi să se indice caracterul soluţiilor.

7.117. Metil-oranjul este un indicator care are culoare roşie în mediu acid şi galbenă în mediu bazic. Cum vor acţiona soluţiile sărurilor de mai jos asupra metil-oranjului :

$$K_2CO_3,\ FeCl_3,\ KNO_3.$$

Să se motiveze răspunsul, scriind ecuaţiile ionice de hidroliză ale sărurilor.

7.118. Acetatul de calciu, $Ca(CH_3COO)_2$, este sarea acidului acetic cu constanta de aciditate $1{,}8 \cdot 10^{-5}$, iar hipocloritul de sodiu, $NaClO$, este sarea acidului hipocloros cu constanta de aciditate $4 \cdot 10^{-8}$. Care din aceste săruri este supusă hidrolizei într-un grad mai mare ?

7.119. Să se explice de ce soluţia de fosfat biacid de sodiu, NaH_2PO_4, are o reacţie slab acidă, iar soluţia de fosfat neutru de sodiu, Na_3PO_4, are o reacţie puternic alcalină. Să se motiveze răspunsul cu ajutorul ecuaţiilor ionice de hidroliză.

Scanned with OKEN Scanner

VIII. Legile gazelor

Starea unui gaz de masă constantă este determinată de trei mărimi: volum, temperatură și presiune, care se numesc parametri de stare a gazului.

Dacă gazul se găsește la temperatura de 0°C și presiunea de 760 mm Hg, se spune că se află în condiții normale, volumul fiind V_0 și presiunea p_0.

$$\left(1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 101\,325 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$$

Legea Boyle-Mariotte stabilește relația dintre volum și presiunea unei mase de gaz cînd temperatura nu se schimbă (transformare izotermă).

Volumul unei mase de gaz este invers proporțional cu presiunea la care se găsește, dacă temperatura nu se schimbă.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ sau } pV = \text{const.}$$

Legea Gay-Lussac stabilește relația dintre volum și temperatură, cînd presiunea rămîne constantă (transformare izobară).

Sub presiune constantă, coeficientul de dilatare în volum al gazelor este același pentru toate gazele: $\alpha = \frac{1}{273}\ \text{grd}^{-1}$.

$$\alpha = \frac{V - V_0}{V_0 t} \text{ sau } V = V_0(1 + \alpha t) \text{ sau}$$

$$V = V_0\left(1 + \frac{1}{273}t\right) = V_0\left(\frac{273 + t}{273}\right)$$

Folosind temperatura absolută $T = 273 + t$ avem:

$$V = \frac{V_0}{273}\ T = KT.$$

Deci *pentru aceeași presiune, volumul gazului variază direct proporțional cu temperatura absolută*: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$.

Legea lui Charles stabileşte relaţia dintre presiune şi temperatura unei mase de gaz sub volum constant (transformare izocoră).

Coeficientul termic al presiunii gazelor sub volum constant este acelaşi pentru toate gazele şi are valoarea

$$\beta = \alpha = \frac{1}{273}\ \text{grd}^{-1}; \quad \beta = \frac{p - p_0}{p_0 t} \text{ sau } p = p_0(1 + \beta t).$$

Introducînd temperatura absolută obţinem : $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$.

Sub volum constant, presiunea unei mase de gaz variază direct proporţional cu temperatura lui absolută.

Legea lui Dalton. Presiunea totală a unui amestec de gaze (şi vapori) care ocupă un anumit volum este egală cu suma presiunilor parţiale a componenţilor amestecului, ce ar ocupa singuri volumul.

$$p = p_1 + p_2 + p_3 \ldots = \sum_{i}^{n} p_i \text{ unde } i \in N$$

Presiunea parţială a gazelor din amestec este proporţională cu conţinutul lor în volume.

Legea lui Avogadro. Volume egale luate din gaze diferite la aceeaşi temperatură şi presiune cuprind acelaşi număr de molecule.

Numărul de molecule dintr-un mol este acelaşi pentru toate substanţele Se numeşte numărul lui *Avogadro* şi are valoarea : $N = 6{,}023 \cdot 10^{23} \frac{\text{molecule}}{\text{mol}} =$

$= 6{,}023 \cdot 10^{26} \frac{\text{molecule}}{\text{kmol}}$.

Un mol de gaz ocupă, în condiţii normale de temperatură şi presiune, un volum de 22.414 l. care se numeşte volum molar normal.

Legea volumelor (Gay-Lussac). *Volumele a două gaze care se combină se află între ele şi faţă de volumul combinaţiei gazoase ce rezultă din reacţie într-un raport de numere întregi şi mici.*

(Volumul gazului rezultat din reacţie este mai mic sau cel mult egal cu suma volumelor gazelor care reacţionează.)

Calculul densităţii relative. Din legea lui Avogadro se obţine relaţia

$$M = 28{,}96\ d \approx 29\ d, \text{ unde}$$

d = densitatea relativă a gazului în raport cu aerul care poate fi calculat folosind densitatea absolută ρ astfel :

$$d = \frac{\rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]}{1{,}293 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]} = \frac{\rho}{1{,}293}$$

M = masa molară ; 28,96 este masa molară medie a aerului.

Această relație se aplică numai la gaze și vapori.

Ecuația de stare a gazelor. Stabilește relația dintre volum, presiune și temperatură pentru o masă constantă de gaz :

$pV = p_0V_0(1+\alpha t) = RT$ (în cazul unui mol de gaz).

Pentru o cantitate oarecare m vom avea :

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \quad (M = \text{masa molară}).$$

R = constanta molară a gazelor sau constanta universală cu valoarea în SI

$8{,}314 \frac{J}{mol \cdot grd}$

8.1. Să se calculeze la ce temperatură volumul unui gaz se va dubla dacă presiunea gazului nu se schimbă.

Rezolvare : *a*) $V = V_0(1+\alpha t)$; $V = 2V_0$, deci :

$$2V_0 = V_0(1+\alpha t) \Rightarrow t = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\frac{1}{273}} = 273°C.$$

b) În cazul general $V_1 = V_0(1+\alpha t_1)$

$$V_2 = V_0(1+\alpha t_2)$$

$$V_2 = 2V_1 \rightarrow t_2 = \frac{1}{\alpha} + 2t_1$$

8.2. O masă de oxigen are volumul de 2 l la presiunea de 10 atm și temperatura de 27°C. Dacă se cunoaște masa moleculară să se calculeze :

a) masa gazului ;

b) numărul de molecule ;

c) cantitatea de clorat de potasiu din care se poate obține.

Rezolvare.

a) $m = V_0\rho_0$

V_0 se obține din legea generală $\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Rightarrow V_0 = V\frac{pT_0}{p_0T}$

ρ_0 se obține din consecința legii lui Avogadro, $\rho_0 = \frac{M}{V_{0M}}$

Deci $m = V\frac{pT_0}{p_0T} \cdot \frac{M}{V_{0M}}$

Prin înlocuire

$$m = 2 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3 \frac{10\ \text{atm} \cdot 273^0}{1\ \text{atm} \cdot 300^\circ} \cdot \frac{32\text{kg/kmol}}{22{,}4\ \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}} = 0{,}026\ \text{kg}$$

Se mai poate calcula din relația

$$m = V\rho \quad \text{cu} \quad \rho = \rho_0 \frac{pT_0}{p_0 T} \Rightarrow$$

$$m = V \cdot \rho_0 \frac{pT_0}{p_0 T} = V \frac{M}{V_0 M} \cdot \frac{pT_0}{p_0 T}$$

Se poate folosi și relația $pV = \frac{m}{M} RT \rightarrow m = \frac{pVM}{RT}$

Prin înlocuire :

$$m = \frac{10 \cdot 101325\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3 \cdot 32\ \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}{8\,314\ \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{grd}} \cdot 300^\circ} = 0{,}026\ \text{kg.}$$

b) $N_m = nN = \frac{m}{M} N = \frac{26\ \text{g}}{32\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \frac{\text{molecule}}{\text{mol}} = 4{,}891 \cdot 10^{23}$ molecule

c) Reacția este :

$$2KClO_3 \xrightarrow{\text{încălzire}} 3O_2 + 2KCl$$

Se formează proporția

$$\frac{x}{2 \cdot 122{,}5} = \frac{26}{3 \cdot 32} \rightarrow x = 33{,}135\ \text{g}\ KClO_3$$

8.3. Prin acțiunea a 5 g metal asupra apei, s-au degajat 1 054 cm³ hidrogen, măsurat la temperatura de 27°C și presiunea de 1,5 atm. Să se calculeze echivalentul metalului.

Rezolvare. Volumul hidrogenului adus la condițiile normale este :

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \quad \text{sau} : V_0 = \frac{pV}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} \quad \text{sau înlocuind :}$$

$$V_0 = \frac{1{,}5 \cdot 1\,054}{1} \cdot \frac{273}{300} = 1\,438{,}71\ \text{cm}^3 \approx 1\,439\ \text{cm}^3\ H_2.$$

Exprimarea volumului de hidrogen în grame

$2 \cdot 1{,}008$ g de hidrogen ocupă volumul de 22 410 cm³
x g de hidrogen ocupă volumul de 1 439 cm³

$$x = \frac{2 \cdot 1{,}008 \cdot 1\,439}{22\,410} = 0{,}129\ \text{g}\ H_2$$

Echivalentul unui element este după cum se știe numărul care arată cîte părți în greutate din acel element se combină sau înlocuiesc 1,008 g hidrogen.

5 g metal înlocuiesc 0,129 g hidrogen

1 E_M înlocuiește 1,008 g hidrogen

$$1\ E_M = \frac{1{,}008 \cdot 5}{0{,}129} \approx 39{,}1\ \text{g}$$

Deci echivalentul metalului este 39,1.

8.4. Prin combinarea oxidului de carbon cu oxigenul, din două volume de oxid și un volum de oxigen rezultă două volume de gaz nou. Să se stabilească formula gazului obținut.

Rezolvare. Reacția care are loc este:

$$2CO + O_2 = 2C_xO_y$$

2 vol. 1 vol. 2 vol;

unde egalitatea numărului de atomi dă:

$$\left.\begin{array}{l} 2x = 2 \Rightarrow x = 1 \\ 2y = 4 \Rightarrow y = 2 \end{array}\right\} \Rightarrow CO_2$$

8.5. Prin arderea amoniacului în clor rezultă acid clorhidric și azot. În ce raport de volume se află amoniacul și clorul și care este relația dintre volumele gazelor obținute?

Rezolvare. $2NH_3 + 3Cl_2 = N_2 + 6HCl$

2 vol 3 vol. 1 vol. 6 vol.

$$\frac{V_{NH_3}}{V_{Cl_2}} = \frac{2}{3};\ \frac{V_{N_2}}{V_{HCl}} = \frac{1}{6}$$

8.6 Să se calculeze volumul pe care-l ocupă 7 g azot la temperatura de 27° C și presiunea de 800 mm Hg.

Rezolvare. a) 1 mol de gaz în condiții normale de temperatură și presiune ocupă volumul de 22.4 l.

1 mol $N_2 = 28$ g

28 g azot corespunde la 22.4 l

7 g azot corespunde la x

$$x = \frac{7 \cdot 22{,}4}{28} = 5{,}6\ \text{l}.$$

b) Aplicînd ecuația Clapeyron putem calcula volumul azotului în condiții date

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T};\ \frac{760 \cdot 5{,}6}{273°\text{K}} = \frac{800 \cdot V}{300°\text{K}}$$

$$V = \frac{760 \cdot 5{,}6 \cdot 300}{273 \cdot 800} = 5{,}84\ \text{l}$$

8.7. Să se calculeze masa a 40 l bioxid de carbon cu presiunea de 2 atm și temperatura de 15°C presupunînd densitățile gazului, atît relativă cît și absolută, necunoscute și să se arate din ce cantitate de carbon provine.

Rezolvare. a) Se calculează volumul ocupat de bioxidul de carbon la condițiile normale, folosind ecuația Clapeyron :

$$\frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{pV}{T}\Rightarrow V_0=V\,\frac{pT_0}{p_0T}$$

sau înlocuind

$$V_0=40\text{ l}\,\frac{2\text{ atm}}{1\text{ atm}}\cdot\frac{273^0}{288^0}=75{,}83\text{ l}$$

b) Masa gazului va fi : $m=V_0\rho_0$

$$\text{Cum }\rho_0=\frac{M}{V_0M}\Rightarrow\quad m=V_0\frac{M}{V_0M}$$

Prin înlocuire se obține $m=75{,}83\text{ l}\,\dfrac{44\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}}{22{,}4\,\frac{\text{l}}{\text{mol}}}=149{,}39$ g

Masa gazului se mai poate stabili calculînd densitatea gazului la condițiile date.

$$\rho=\rho_0\frac{pT_0}{p_0T}\Rightarrow m=V\rho=V\rho_0\frac{pT_0}{p_0T}=149{,}39\text{ g}$$

c) Densitatea relativă se calculează fie prin relația

$$d=\frac{M}{28{,}96}=\frac{44\text{ g/mol}}{28{,}96\text{ g/mol}}=1{,}52,\text{ fie din}$$

$$d=\frac{\rho_0\text{ gaz}}{\rho_0\text{ aer}}=\frac{1{,}97\text{ kg/m}^3}{1{,}293\text{ kg/m}^3}=1.52$$

d) Bioxidul de carbon rezultă la arderea carbonului în oxigen sau în aer indestulător.

$$C+O_2=CO_2$$

$$\left.\begin{array}{l}22{,}4\text{ l }CO_2\text{ —— }12\text{ g C}\\75{,}83\text{ l —— }\quad x\end{array}\right\}\Rightarrow x=\frac{12\cdot 75{,}83}{22{,}4}=40{,}62\text{ g}$$

Consumul de oxigen este

$$m_{O_2}=m_{CO_2}-m_C=149{,}39\text{ g}-40{,}62\text{ g}=108{,}77\text{ g}$$

8.8. Prin reacția dintre cupru și acid sulfuric concentrat s-au obținut 2 m³ gaz sulfuros la temperatura de 0°C și presiunea de 2 atm. Să se calculeze

a) consumul de acid sulfuric de concentrație 98% ; *b*) consumul de cupru ; *c*) ce cantitate de apă mai este necesară pentru obținerea sulfatului de cupru cristalizat ; *d*) cum se poate micșora consumul de acid sulfuric ?

Rezolvare. Ecuația reacției chimice dintre cupru și acid sulfuric concentrat este :

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$$

1 mol · Cu = 64 g
1 mol SO_2 = 64g → 22,4 l sau
1 kmol SO_2 = 64 kg → 22,4 m^3
1 kmol H_2SO_4 = 98 kg
1 kmol H_2O = 18 kg
1 mol $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ = 250 g.

a) Calculul consumului de acid sulfuric și de cupru se face cu ajutorul cantității de bioxid de sulf rezultat din reacție. Pentru aceasta volumul de gaz se aduce la condițiile normale folosind legea Boyle-Mariotte.

$$p_0V_0 = pV \rightarrow V_0 = V\frac{p}{p_0} = 2\ m^3\frac{2\ atm}{1\ atm} = 4m^3\ SO_2$$

Din calculul stoechiometric rezultă

$$\frac{x}{2 \cdot 98\ kg} = \frac{4\ m^3}{22,4\ m^3}, \text{ de unde}$$

$$x = 35\ kg\ H_2SO_4\ 100\%\ \text{sau}$$

$$x_1 = \frac{35 \cdot 100\ kg}{98} = 35,714\ kg\ H_2SO_4\ 98\%$$

b) Consumul de cupru

$$\frac{y}{64\ kg} = \frac{4\ m^3}{22,4\ m^3}$$

$$y = \frac{64 \cdot 4}{22,4}\ kg = 11,428\ kg\ Cu$$

c) Pentru a calcula cantitatea de apă este necesar calculul cantității de $CuSO_4$

$$\frac{z}{160\ kg} = \frac{4\ m^3}{22,4\ m^3}$$

$$z = 28,571\ kg\ CuSO_4.$$

Calculul apei necesare :

$$\frac{w}{160\ kg} = \frac{28,571}{90}$$

$$w = 50,781\ kg\ H_2O.$$

Scanned with OKEN Scanner

Din acidul sulfuric intrat în reacție rezultă cantitatea de apă

$$\frac{35 \cdot 18}{98} \text{ kg} = 6{,}428 \text{ kg}.$$

Apa total existentă este

$$6{,}428 + 0{,}714 = 7{,}142 \text{ kg}$$

Se mai adaugă

$$50{,}781 - 7{,}142 = 43{,}639 \text{ kg } H_2O$$

d) Consumul de acid sulfuric se poate micșora în scopul obținerii de sulfat de cupru folosind soluția diluată de acid, în care se suflă un curent de aer, avînd loc reacția :

$$2Cu + O_2 + 2H_2SO_4 = 2CuSO_4 + 2H_2O.$$

Consumul de acid se reduce la jumătate.

8.9. Un gaz are volumul de 5 l sub presiunea de 2 atm. Cît devine presiunea dacă volumul crește cu 2/5, iar temperatura rămîne constantă ? Dacă gazul este oxigen, cîți echivalenți-gram cuprinde ($t = 0°C$) ?

8.10. Care este creșterea de presiune a unui gaz cu volumul de 2 l și presiunea de 1 atm, dacă volumul final devine 0,5 l, iar temperatura rămîne constantă ? Gazul fiind hidrogen, ce volum de oxigen este necesar arderii complete ?

8.11. Volumul unui gaz la 0°C este 1 l. Cît va deveni volumul acestui gaz la 91°C, dacă presiunea nu se schimbă ? Dacă gazul este metan, care va fi densitatea lui în aceste condiții, și ce volum corespunde masei de 1 kg ?

8.12. Să se calculeze creșterea de volum a unui gaz care își ridică temperatura cu 182°C, dacă volumul inițial este de 100 l, iar presiunea nu se schimbă.

8.13. O butelie de oțel este umplută cu azot la o presiune de 25 atm și la temperatura de −30°C. Dacă se transportă la temperatura de 17°C, cît va deveni presiunea azotului ? Din ce volum de aer se obțin 14 kg azot ? (Azotul în aer 78,1% în volume.)

8.14. Un balon de cauciuc este umplut cu hidrogen la temperatura de 0°C și presiunea de 750 mm Hg, avînd volumul de 800 cm³. Introdus într-o cameră cu temperatura de 27°C, volumul crește cu $\frac{1}{10}$. Cît a devenit presiunea ?

Pentru același volum final cît devine presiunea prin introducerea oxigenului necesar arderii complete ?

8.15. Într-un eudiometru se introduc 42 cm³ amestec de hidrogen și oxigen. După aprindere se constată că mai rămîn 8,4 cm³ oxigen. Să se calculeze și să se exprime compoziția amestecului în procente de volum.

8.16. Se trece peste catalizatorul de fier la cald sub presiune un amestec de 2 volume de azot și 9 volume de hidrogen. Azotul reacționînd complet, să se stabilească compoziția în volume a amestecului gazos obținut.

Scanned with OKEN Scanner

3.17. Într-un recipient de oțel se găsește un amestec în volume egale de hidrogen și oxigen, la temperatura de 150°C și presiunea de 0,2 at. Care va fi presiunea din vas după aprinderea amestecului, dacă vasul se răcește tot pînă la temperatura inițială ?

3.18. Ce volum vor ocupa în condiții normale 12 g de bioxid de carbon ? Dar la 127°C și presiunea de 6,1 atm ?

3.19. Ce volume vor ocupa în condiții normale : 1 echivalent-gram H_2, 0,5 echivalenți-gram de oxigen, 0,25 echivalenți-gram de azot, 90 g vapori de apă, 0,8 kmoli heliu ?

3.20. Ce volum ocupă în condiții normale următoarele cantități de gaze : 1 g azot, 1 g clor și 1 g bioxid de sulf ? De ce volumele sînt diferite ?

3.21. S-au cîntărit în condiții identice cantități egale din gazele : hidrogen, oxid de carbon și bioxid de sulf. În ce raport se găsesc volumele acestor gaze ?

3.22. Cîți litri în condiții normale formează $30{,}1 \cdot 10^{25}$ molecule dintr-un gaz ? Dacă gazul este amoniac, ce masă are și cîți moli cuprinde ?

3.23. Un gazometru cu capacitatea de 10 l este umplut cu oxigen. Presiunea din gazometru este de 847 mm Hg, iar temperatura 27°C. Să se calculeze masa oxigenului, știind că tensiunea vaporilor de apă este 27 mm Hg.

3.24. Densitatea oxigenului în raport cu aerul este 1,105. Să se calculeze : *a*) masa unui m^3 de oxigen luat în condiții normale ; *b*) cum se poate dubla densitatea la această temperatură.

3.25. Densitatea vaporilor de fosfor în raport cu aerul este 4,28. Din cîți atomi este formată o moleculă de fosfor în stare de vapori ?

3.26. Care este masa moleculară a unui gaz, dacă 1 l din acesta, luat în condiții normale, cîntărește 2,142 g ? Care este masa unei molecule ?

3.27. Cîți litri de amoniac NH_3, se pot obține în condiții normale din 300 g de soluție diluată de amoniac cu concentrația de 10% ?

3.28. Prin arderea unui mol de CO se degajează 69 kcal ; prin arderea unui mol de H_2 se degajează 58,1 kcal. Ce cantitate de căldură se va obține dacă se arde 1 m^3 de gaz de apă, care conține 5% CO_2, 39% CO, 49% H_2 și 7% N_2 în volume ?

3.29. Cîți litri de oxigen rezultă prin descompunerea termică a 17,01 g clorat de potasiu, cu puritatea 90% și randamentul reacției de 80% ?

3.30. Se ard 10 g de sulf în aer. Să se calculeze volumul de bioxid de sulf rezultat și volumul de aer consumat.

3.31. Prin dizolvarea în acid clorhidric a 2,33 g dintr-un amestec de fier și zinc s-au obținut 896 cm^3 de hidrogen în condiții normale. Care a fost compoziția amestecului exprimată în procente ?

Scanned with OKEN Scanner

8.32. Cîți litri de aer sînt necesari pentru arderea completă a 1 kg de cărbune de pămînt cu compoziția: 73,4% carbon, 4,33% hidrogen, 3,6% oxigen, iar restul procentelor reprezintă cenușă și umiditate?

8.33. Temperatura maximă într-un rezervor de gaze, în timpul verii, este de +47°C, iar cea minimă iarna este −33°C. Să se calculeze ce cantitate de hidrogen (în kg) poate să încapă în plus în rezervorul de gaze de 2 000 m^3 la 0°C iarna în raport cu vara, dacă presiunea din rezervor este de 780 mm Hg. Din ce cantitate de apă se poate obține acest plus prin electroliză? ($\alpha_{vas}=12\cdot 10^{-6}$ grd^{-1}).

8.34. Amestecul de azot-hidrogen, întrebuințat la sinteza amoniacului, are compoziția în volume: 75% H_2 și 25% N_2. Să se calculeze compoziția în moli/l la 27°C și 240 atm.

8.35. Se ard 30 kg carbon. Să se calculeze: *a*) cantitatea de aer necesară pentru ardere, la presiunea normală și la temperatura de 18°C, dacă 1/3 din carbon arde pînă la CO_2 și 2/3 pînă la CO; *b*) presiunea parțială a gazelor evacuate.

8.36. Într-un rezervor se găsesc 14,5 l de bioxid de sulf la temperatura de 17°C și presiunea de 2 atm. Ce cantitate de soluție de hidroxid de sodiu cu concentrația de 25% trebuie luată pentru a obține în soluție sulfat acid de sodiu?

8.37. Cîte grame de acid sulfuric 98% se obțin prin metoda de contact din 30 l de bioxid de sulf și 20 l de oxigen, gazele avînd temperatura de 50°C și presiunea de 780 mm Hg, dacă pierderile sînt de 15%?

8.38. Se tratează bicromat de potasiu $K_2Cr_2O_7$ cu acid clorhidric la cald. Cît bicromat este necesar pentru a obține 20 l clor cu temperatura de 27°C și presiunea de 800 mm Hg, dacă randamentul reacției este 80%?

8.39. Se amestecă 5 l de bioxid de carbon cu presiunea de 1,2 atm cu 4 l de oxigen cu presiunea de 1 atm și 3 l azot cu presiunea de 2 atm. Volumul total fiind 8 l, să se calculeze presiunea amestecului de gaze.

Rezolvare. Presiunea totală va fi:

$p=p_{CO_2}+p_{O_2}+p_{N_2}$, unde:

$$p_{CO_2}=\frac{5\cdot 1{,}2}{8}=\frac{3}{4}\text{ atm};\quad p_{O_2}=\frac{4\cdot 1}{8}=\frac{1}{2}\text{ atm};$$

$$p_{N_2}=\frac{3\cdot 2}{8}=\frac{6}{8}=\frac{3}{4}\text{ atm}$$

$$\text{Deci: } p=\frac{3}{4}+\frac{1}{2}+\frac{3}{4}=2\text{ atm}.$$

8.40. Un amestec gazos cuprinde 20% oxigen, 79% azot și 1% vapori de apă. Presiunea amestecului fiind 790 mm Hg, să se calculeze presiunea parțială a fiecărui component din amestec.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. Presiunile parțiale sînt proporționale cu conținutul în volum al gazelor din amestec. Deci :

$$p_{O_2} = \frac{20 \cdot 790}{100} = 158 \text{ mm Hg} ; \quad p_{N_2} = \frac{79 \cdot 790}{100} = 624{,}1 \text{ mm Hg}$$

$$p_{H_2O} = \frac{1{,}790}{150} = 7{,}9 \text{ mm Hg}$$

8.41. Se amestecă 4 l de oxigen luat la presiunea de 600 mm Hg cu 8 l de oxid de carbon luat la presiunea de 900 mm Hg. Volumul amestecului devine egal cu suma volumelor inițiale ale gazelor. Care va fi presiunea totală a amestecului dacă gazele au aceeași temperatură ?

8.42. Într-un gazometru cu temperatura 27°C, se găsesc 300 l de hidrogen la o presiune de 775,68 mm Hg. Presiunea vaporilor de apă la 27°C este 26, 68 mm Hg. Ce volum va ocupa hidrogenul în condiții normale ? Dacă el a fost obținut din gazul de apă, cît din acest gaz s-a folosit ?

8.43. Un amestec de gaze conține oxid și bioxid de carbon. Să se calculeze : *a*) conținutul în volume al celor două gaze din amestec, dacă presiunile lor parțiale sînt 300 mm Hg și 600 mm Hg ; *b*) volumul de aer necesar arderii complete a 0,2 m^3 din amestecul de gaz.

Scanned with OKEN Scanner

IX. Solubilitatea substanţelor

Solubilitatea unei substanţe solide într-o cantitate determinată de solvent în condiţiile date (de temperatură şi presiune) este limitată. În cazul unui exces de substanţă solidă se formează o soluţie saturată (un sistem format din doi componenţi, în care se stabileşte un echilibru dinamic între faza lichidă — soluţia — şi faza solidă — substanţa care se dizolvă).

Concentraţia unei soluţii saturate pentru condiţiile date este o mărime constantă, caracteristică pentru fiecare substanţă şi numită solubilitate.

Solubilitatea este numărul de grame care saturează în condiţii date 100 g solvent. Uneori solubilitatea substanţei se mai numeşte *coeficient de solubilitate.*

De multe ori, solubilitatea se exprimă în procente, adică prin numărul de părţi în greutate de substanţă, cuprinsă în 100 de părţi în greutate de soluţie saturată.

Practic, solubilitatea substanţelor solide şi lichide depinde numai de temperatură (crescînd în majoritatea cazurilor cu temperatura), deoarece volumul nu variază apreciabil cu presiunea.

Relaţia dintre solubilitate şi temperatură se reprezintă grafic printr-o curbă de solubilitate ; pe axa absciselor se notează temperatura, iar pe axa ordonatelor solubilitatea (fig. 1).

Cu ajutorul curbelor de solubilitate ce se trasează, după cercetarea solubilităţii substanţelor la diverse temperaturi, se poate determina solubilitatea la orice temperatură a unei substanţe, în limitele curbei.

De asemenea, cu ajutorul lor se pot face calculele necesare procesului de recristalizare pentru purificarea substanţelor solide. Cristalizarea substanţelor poate fi provocată de coborîrea temperaturii soluţiei saturate. Prin scăderea lentă a temperaturii se obţin cristale mari. Prin răcire şi agitare se obţin cristale mici.

Scanned with OKEN Scanner

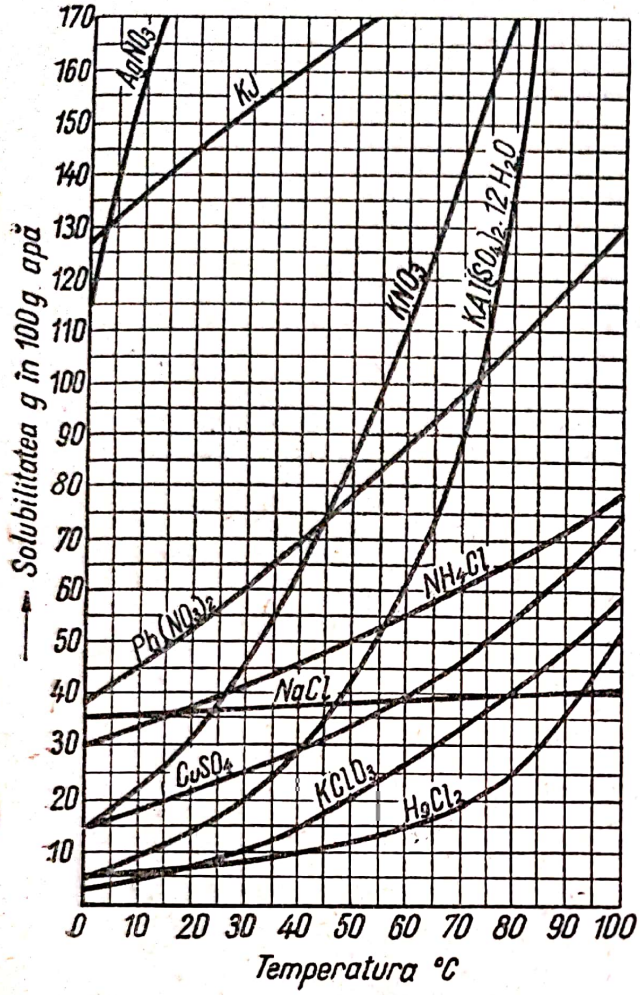


Fig. 1

Solubilitatea gazelor este influențată în afară de temperatură și de presiune. Masa unui gaz dizolvată într-o anumită cantitate de lichid este direct proporțională cu presiunea la temperatură constantă.

Solubilitatea gazului se exprimă de obicei prin numărul volumelor de gaz care se dizolvă la temperatura dată în 100 de volume de solvent. Această cantitate se numește coeficient de absorbție.

Coeficientul de absorbție al unui gaz, la temperatură constantă, este independent de presiunea la care se măsoară solubilitatea.

Sau, dacă se folosește legea dată de Henry, exprimarea se poate face în modul următor:

— *solubilitatea (sau absorbția) gazului într-un lichid oarecare ca și într-un corp solid este direct proporțională cu presiunea parțială a acelui gaz deasupra soluției.* Se poate scrie relația:

$n = Kp$, unde:

n = fracția de masă a unui component dintr-o soluție cu mai mulți componenți,

K = coeficientul lui Henry,

p = presiunea parțială.

Dacă o soluție conține mai mulți componenți, de exemplu apă și CO_2 sau aerul format din O_2, N_2 și gaze inerte, atunci fracția de masă va fi, de exemplu pentru oxigenul din aer:

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{m_{N_2} + m_{O_2} + m_{gaze\ inerte}}, \text{ unde}$$

m_{O_2}, m_{N_2} etc. reprezintă masele componenților date în g sau în kg.

Pentru a scoate în evidență regularitățile în proprietățile soluțiilor, este mai bine să se compare cantitățile molare ale componenților în loc de cele de masă. Atunci n devine fracție molară.

Exemplu. Să se stabilească volumul oxigenului din aer care se dizolvă în 100 g de apă la temperatura de 20°C și presiunea de două atmosfere fizice (atm.). Valoarea coeficientului de absorbție la această temperatură este:

$$25 \cdot 10^{-6} \frac{\text{moli } O_2}{\text{mol } H_2O}$$

100 g de apă reprezintă $\frac{100}{18}$ moli.

Conform legii lui Henry ($n = Kp$), fracția molară de oxigen în soluție va fi:

$$n_{O_2} = 25 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 0{,}21 = 10{,}5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{moli } O_2}{\text{mol } H_2O}.$$

Din $\frac{100}{18}$ moli avem: $\frac{100}{18} \cdot 10{,}5 \cdot 10^{-6}$ moli O_2, sau în cm^3:

$$\frac{100}{18} \cdot 10{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 22\,400 = 1{,}306 \text{ cm}^3 O_2.$$

În adevăr, dacă se dublează presiunea, masa gazului care se dizolvă va fi dublă, volumul fiind același ca înainte.

Dacă deasupra unui lichid se găsește un amestec de gaze, fiecare dintre ele se dizolvă corespunzător cu presiunea sa parțială.

Legea lui Henry se aplică la gazele puțin solubile și nu la presiune mare. Nu se aplică la gazele cu solubilitate mare, care dau combinații chimice cu apa (CO_2, SO_2 și mai ales NH_3).

9.1. Prin evaporarea pînă la uscare a 200 g de soluție saturată de clorură de sodiu, la temperatura de 10°C se obțin 52,64 g de sare. Să se calculeze solubilitatea clorurii de sodiu în apă la temperatura de 10°C.

Rezolvare. 200 g soluție saturată de clorură de sodiu conțin 52,64 g NaCl și 200 − 52,64 = 147,36 g de apă.

În 147,36 g de apă se dizolvă 52,64 g NaCl
În 100 g de apă se va dizolva x

$$x = \frac{100 \cdot 52{,}64}{147{,}36} = 35{,}72 \text{ g NaCl}.$$

Deci solubilitatea clorurii de sodiu la 10°C este 35,72 g/100 g solvent.

9.2. Solubilitatea azotatului de sodiu la temperatura de 10°C este egală cu 80,5 g. Cîte grame din această sare se pot dizolva în 250 g de apă, la temperatura de 10°C? Care este masa soluției?

Rezolvare. În 100 g de apă se dizolvă 80,5 g $NaNO_3$
În 250 g de apă se dizolvă x .

$$x = \frac{80,5 \cdot 250}{100} = 201,25 \text{ g } NaNO_3$$

Masa soluției va fi : 250 g H_2O + 201,25 g $NaNO_3$ = 451, 25 g soluție.

9.3. Folosind următoarele date să se construiască curba de solubilitate a azotatului de plumb $Pb(NO_3)_2$ și să se determine solubilitatea la 37°C.

Temperatura în °C	0	10	20	30	50	60	70
Solubilitatea în g/100g solvent	37,5	44,5	52,29	60,8	68,6	78	87

Rezolvare: Din diagrama (M) solubilitatea la 37°C este aproximativ 65 g/100 g solvent (fig. 2).

9.4. Prin fierberea unui litru de apă sub presiunea de 760 mm Hg rezultă 29,45 cm³ aer. Dacă compoziția aerului atmosferic în volume este : 78% azot, 21% oxigen și 1% argon (și celelalte gaze inerte) și coeficienții lor la absorbție la 0°C sînt (în cm³ gaz la 1 cm³ de lichid) : pentru azot 0,0239, pentru oxigen 0,0489 și pentru argon 0,053, să se calculeze cîți cm³ din fiecare gaz rezultă prin fierberea apei și care este compoziția acestui aer.

Rezolvare. Din legea Boyle-Mariotte, presiunea parțială a fiecărei componente din amestecul de gaze este proporțională cu fracțiunea de volum ocupată de componenta respectivă.

Deci :

$$P_{N_2} = 0,78 \text{ atm} ; \quad P_{O_2} = 0,21 \text{ atm} ; \quad P_{Ar} = 0,01 \text{ atm}.$$

Pe de altă parte știm că solubilitatea unui gaz variază proporțional cu presiunea sa parțială, în cazul unui amestec de gaze (legea lui Dalton). Atunci :

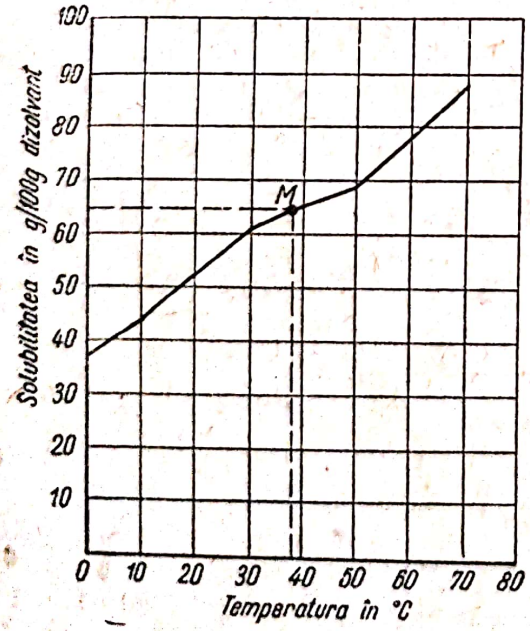


Fig. 2

Azot : $1\,000 \cdot 0,0239 \cdot 0,78 = 18,65$ cm³
Oxigen : $1\,000 \cdot 0,0489 \cdot 0,21 = 10,27$ cm³
Argon : $1\,000 \cdot 0,053 \cdot 0,01 = 0,53$ cm³
Total 29,45 cm³

$$\text{Azot}\% = \frac{18,65 \cdot 100}{29,45} = 63,3.$$

$$\text{Oxigen}\% = \frac{10,27 \cdot 100}{29,45} = 34,9.$$

$$\text{Argon}\% = \frac{0,53 \cdot 100}{29,45} = 1,8.$$

De unde 63,3 + 34,9 + 1,8 = 100.

Observăm că aerul cules din apă este mai bogat în oxigen și argon, deoarece aceste gaze au coeficienții de absorbție mai mari decît al azotului.

Scanned with OKEN Scanner

9.5. Pentru experiențe se dă o soluție nesaturată de azotat de potasiu. Arătați două procedee cu ajutorul cărora se poate prepara din această soluție o soluție nesaturată.

9.6. Solubilitatea unei sări la 70°C este 0,65 g /g apă, iar la 12°C este de 0,15 g/g apă. Ce cantitate de sare și apă trebuie să se ia pentru a obține 1 kg de sare pură, dacă recristalizarea se face dintr-o soluție saturată la 70°C și răcită la 12°C ?

9.7. 20 kg de soluție de sare saturată la 60°C s-au răcit cu zăpadă. Ce cantitate de sare recristalizată s-a obținut, știind că la 60°C solubilitatea sării este 1,10 g /g apă iar la 0°C este 0,131 g/g apă ? Să se calculeze în procente randamentul de sare recristalizată.

9.8. Solubilitatea poate fi exprimată și prin numărul care arată cîți moli de substanță saturează 100 g de dizolvant. Să se exprime solubilitatea în moli la 100 g de dizolvant la următoarele substanțe a căror solubilitate la 100 g solvent este arătată în paranteză : iodură de bariu BaI_2, (203 g), sare de bucătărie (36 g), sulfat de calciu (0,21 g) și var (0,17 g).

9.9. Prin evaporarea pînă la uscare a 100 g de soluție saturată de iodură de sodiu, la temperatura de 10°C, se obțin 62,8 g NaI. Cu cît este egală solubilitatea iodurii de sodiu în apă la temperatura de 10°C ?

9.10. Arătați pentru fiecare din exemplele date mai jos care dintre soluții este saturată sau nesaturată, folosind curbele de solubilitate din figura 1.

1) 33 g clorură de sodiu în 100 g apă la 18°C.
2) 220 g azotat de potasiu în 200 g apă la 60°C.
3) 100 g iodură de potasiu în 150 g apă la 18°C.
4) 100 g azotat de argint în 100 g apă la temperatura de 50°C.
5) 55 g alaun în 150 g apă la temperatura de 55°C.

Indicație. Se vor calcula cantitățile de substanță ce revin la 100 g apă și apoi se vor folosi curbele de solubilitate din figura 1.

9.11. Stabiliți curba de stabilitate a bromurii de potâsiu după următoarele date :

Temperatura în °C	Solubilitatea g/100 g solvent	Temperatura în °C	Solubilitatea g/100 g solvent
0	52,70	50	82,5
10	62	60	85,7
20	65	70	92
30	71	80	95,5
40	76		

Ce cantitate de sare se găsește în o tonă soluție la 20°C ?

Scanned with OKEN Scanner

9.12. Să se construiască curbele de solubilitate în apă ale substanțelor: ghips, acid boric și clorură de calciu, folosind datele de mai jos:

Temperatura [°C]	0	10	20	40	60	100
Solubilitatea ghips [g/100 g apă]	0,18	—	0,21	—	—	0,07
Solubilitatea acid boric [g/100 g apă]	2,6	—	4,9	—	—	28,1
Solubilitatea clorură de Ca [g/100 g apă]	60	65	74,5	115	137	159

Observație. Curbele se vor trasa pe hîrtie milimetrică.

9.13. Pentru o lucrare de laborator este necesară o soluție saturată de clorat de potasiu la temperatura de 80°C. În acest scop se folosesc 500 g soluție de concentrație 25%. Să se calculeze cît clorat de potasiu trebuie să se mai adauge în soluția existentă, pentru a avea soluție saturată la 80°C.

9.14. Se consideră o soluție saturată de clorură de sodiu la temperatura de 100°C. Cîte grame de sare vor cristaliza din 420 g de soluție, dacă ea se răcește pînă la temperatura de 0°C? (Solubilitatea la 100°C este 39,5).

9.15. În ce cantitate de apă trebuie să dizolvăm 70 g de iodură de potasiu pentru a obține o soluție saturată la 15°C? Cîți moli de sare se găsesc în 100 g soluție?

9.16. Se iau 400 g soluție saturată de alaun la temperatura de 75°C. Cîte grame din această sare vor cristaliza, dacă prin răcire cu gheață soluția capătă temperatura de 0°C?

9.17. Cîte grame de clorat de potasiu se găsesc în 25 cm^3 soluție saturată la temperatura de 60°C? Ce trebuie să facem ca această soluție să ajungă la concentrația de 10%? ($\rho = 1{,}1$ g/cm^3).

9.18. La ce temperatură solubilitățile azotatului de potasiu vor fi aceleași cu solubilitățile substanțelor: *a*) sulfat de cupru $CuSO_4$; *b*) clorură de sodiu $NaCl$; *c*) clorură de amoniu NH_4Cl; *d*) azotat de plumb $Pb(NO_3)_2$ și să se calculeze aceste solubilități.

9.19. În 200 g de apă se dizolvă la cald 160 g de azotat de plumb. Prin răcirea soluției pînă la 10°C, cîtă substanță cristalizează? Ce concentrație procentuală va avea soluția?

Scanned with OKEN Scanner

9.20. 100 de volume de gaz rezultat prin fierberea apei saturată cu aer la temperatura de 0°C conține circa 62,6 volume de azot, 34,9 volume de oxigen și 2,5 volume de bioxid de carbon. Să se explice din ce cauză amestecul de gaze obținut se deosebește de compoziția aerului atmosferic ?

9.21. Într-un m^3 de apă la temperatura de 0°C se dizolvă 1,713 m^3 de bioxid de carbon sub presiune normală. Care este masa bioxidului de carbon care se dizolvă în 1 m^3 apă la 0°C sub presiunea de 3 atm ? ($\rho_{CO_2} = 1{,}97$ g/l).

9.22. Știind că într-un volum de apă la 0°C se dizolvă 1 180 volume de amoniac în condiții normale, să se calculeze volumul rezultat prin fierberea a 600 cm^3 soluție apoasă saturată cu amoniac la 65°C, dacă prin fierbere, concentrația soluției de amoniac devine 0,3 M. Ce concentrație procentuală are soluția obținută inițial ? ($\rho_{apă} = 1$ g/cm^3).

9.23. Coeficientul de absorbție al oxigenului în apă la 0°C este de 0,0489 $\frac{cm^3}{cm^3 \text{ lichid}}$ iar la 100°C de 0,0170 $\frac{cm^3}{cm^3 \text{ lichid}}$ la 760 mm Hg. Cît oxigen se va degaja prin aducerea la fierbere a 10 l de apă ? ($O_2 = 20\%$ în volum de aer).

9.24. Să se calculeze volumul oxigenului din aerul care conține 21% oxigen în volume care se dizolvă în 2 kg de apă la temperatura de 0°C și la presiunea de 4 atm, dacă $K = 3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{moli } O_2}{\text{mol } H_2O}$ (K este coeficientul lui Henry).

X. Cristalohidraţi

Prin cercetarea soluţiilor apoase s-a constatat formarea aşa-numiţilor *hidraţi*, care sînt combinaţii mai mult sau mai puţin stabile între moleculele dizolvantului şi moleculele de apă. De multe ori, hidratul are proprietăţi deosebite de substanţa dizolvată. De exemplu : sulfatul de cupru anhidru este alb, iar soluţia apoasă este albastră. Apa legată chimic se numeşte *apă de hidratare*.

În unele cazuri, apa de hidratare este legată strîns, încît cristalele separate din soluţie cuprind în compoziţia lor apă. Asemenea formaţii cristaline se numesc *cristalohidraţi*, iar apa cuprinsă se numeşte *apă de cristalizare*.

Formula cristalohidratului se reprezintă prin formula substanţei după care se scrie numărul moleculelor de apă.

Exemplu. Formula cristalohidratului carbonatului de sodiu este :

$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$$

După tensiunea de vapori a hidratului, cristalohidraţii au însuşirile de higroscopicitate (delicvescenţă) şi eflorescenţă.

Exemplu. Clorura de calciu anhidră, lăsată la aer, absoarbe vaporii de apă, trecînd pînă la urmă în cristale de $CaCl_2 \cdot 6H_2O$.

Această proprietate de a absorbi vapori de apă din atmosferă se numeşte higroscopicitate. În exemplul de mai sus, apa este legată chimic (apă de cristalizare). De fapt, apa higroscopică se menţine mai mult sau mai puţin pe suprafaţă şi în porii substanţelor solide, în special la cele în stare de pulbere. Ea se îndepărtează prin încălzire la 100 —105°C. Dacă lăsăm cristalele de $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ mai departe în aer, vor continua să absoarbă apă trecînd în soluţie. Această proprietate se numeşte *delicvescenţă*. În schimb, dacă lăsăm la aer cristale de carbonat de sodiu : $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ acestea pierd o parte din apa de cristalizare trecînd într-un praf alb. Această proprietate se numeşte *eflorescenţă*.

Scanned with OKEN Scanner

Datorită proprietăţilor unor substanţe de a absorbi apă şi de a trece în cristalohidraţi, acestea se folosesc la uscarea gazelor (exsicatoare), la obţinerea alcoolului absolut, la diferite deshidratări folosite în chimia organică etc.

10.1. Să se calculeze procentul de apă conţinut în sulfatul de cupru: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (Cu = 64).

Rezolvare. O moleculă de sulfat de cupru cristalizat conţine 5 molecule de apă de cristalizare. Un mol de sulfat de cupru conţine 5 moli de apă.

1 mol $CuSO_4 \cdot 5H_2O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot 18 = 250$ g

250 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ conţin 90 g apă

100 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ conţin x

$$x = \frac{100 \cdot 90}{250} = 36 \text{ g apă} \Rightarrow x = 36\%$$

10.2. Care este formula cristalohidratului de sulfat de calciu, dacă se ştie că el conţine 20,93% apă?

Rezolvare. Formula sulfatului de calciu anhidru este: $CaSO_4$

1 mol $CaSO_4 = 40 + 32 + 64 = 136$ g

1 mol $H_2O = 18$ g

1 mol $CaSO_4$, adică 136 g, va cuprinde x grame apă. Atunci:

$$(136 + x)\text{g } CaSO_4 \cdot \frac{x}{18} H_2O \text{ conţine } x$$

$$100 \text{ g } CaSO_4 \cdot \frac{x}{18} H_2O \text{ conţine } 20{,}93 \text{ g}$$

Unde: $100x = 20{,}93\ (136 + x)$.

Prin rezolvarea ecuaţiei de gradul I se obţine:

$x = 36$ g apă, care corespunde la 2 moli H_2O.

Formula cristalohidratului va fi: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

10.3. Prin încălzirea a 110,8 g de cristalohidrat de sulfat de mangan s-au format 60,4 g de sare anhidră. Să se stabilească formula cristalohidratului.

Rezolvare. 1 mol $MnSO_4 = 55 + 32 + 64 = 151$ g

1 mol $H_2O = 18$ g.

Un mol de cristalohidrat cuprinde $\frac{x}{18}$ moli de apă.

$$110{,}8 \text{ g } MnSO_4 \cdot \frac{x}{18} H_2O \text{ cuprinde } 50{,}4 \text{ g } H_2O$$

$$(151 + x)g \ MnSO_4 \cdot \frac{x}{18} H_2O \text{ cuprinde } x$$

$$110{,}8x = 50{,}4\ (151 + x)$$

de unde

$$x = 126 \text{ g apă, iar } \frac{x}{18} = \frac{126}{18} = 7 \text{ moli apă.}$$

Formula cristalohidratului este : $MnSO_4 \cdot 7H_2O$.

10.4. Care este conținutul procentual în apă al sulfatului de sodiu $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$? Cîte grame de apă se vor degaja la calcinarea a 966 g din acest cristalohidrat ?

10.5. Care este cantitatea maximă de apă pe care o pot lua 50 g de clorură de calciu anhidră dintr-o substanță organică, cristalohidratul avînd formula $CaCl_2 \cdot 6H_2O$?

10.6 Să se stabilească formula carbonatului de sodiu cristalizat, dacă cristalohidratul conține 62,93% apă.

10.7. Prin tratarea a 9,76 g sulfat de magneziu anhidru ($MgSO_4$) cu apă au rezultat 20 g cristalohidrat. Cîte molecule de apă conține o moleculă de cristalohidrat ?

10.8. Piatra-vînătă obișnuită trebuie să conțină 24,95 pînă la 25,20% cupru. În ce procent se găsește cristalohidratul $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ în sulfatul de cupru care conține 25% cupru ?

10.9. Prin încălzirea a 69,5 g sulfat feros cristalizat, rezultă 38 g de sare anhidră. Să se stabilească formula cristalohidratului.

10.10. Prin încălzirea a 23,7 g de alaun de potasiu $KAl(SO_4)_2 \cdot x\ H_2O$ s-au format 12,9 g de sare anhidră. Să se stabilească :

a) formula cristalohidratului ; *b*) care este conținutul procentual în apă al cristalohidratului ; *c*) cîtă apă se poate elibera din 550 g de cristalohidrat.

XI. Concentrația soluțiilor

Soluțiile sînt amestecuri omogene de două sau mai multe substanțe. Ele nu sînt, în general, niște amestecuri pur mecanice, și ocupă o poziție intermediară între amestecuri și combinațiile chimice. Soluțiile cuprind molecule ale dizolvantului și dizolvatului și asociații nestabile, dar exoterme, dintre moleculele dizolvantului și dizolvatului.

Componenta care se află în cantitatea cea mai mare, și care de obicei ste un lichid, este numită solvent sau dizolvant, iar cealaltă se numește dizolvat sau solvit.

Prin concentrația unei soluții se înțelege cantitatea de substanță dizolvată cuprinsă într-o anumită cantitate de soluție. Exprimarea concentrației se poate face în diferite moduri, ca: concentrație procentuală, molară, normală etc.

a) *Concentrația procentuală* se exprimă prin numărul de grame de dizolvat cuprins în 100 g de soluție.

100 g soluție = a g dizolvant + b g dizolvat.

Se calculează exprimînd în procente raportul dintre masa dizolvatului și masa soluției.

$$c = 100 . \frac{m_{dizolvat}}{m_{soluție}} .$$

Exemplu. O soluție de 25% clorură de sodiu în apă cuprinde în 100 g de soluție: 75 g de apă și 25 g NaCl.

b) *Concentrația molară* se exprimă prin numărul de moli (molecule-gram) de substanță dizolvată, cuprinsă într-un litru de soluție (1 000 cm³ sau 1 000 mililitri).

Se calculează pentru m grame soluție cu densitatea ρ(g/l), care cuprinde m_1 grame dizolvat cu masa molară M, după relația

$$c = \frac{m_1 \rho}{mM} \cdot \frac{\text{moli}}{l} = \text{molaritatea.}$$

Cînd soluția cuprinde 1 mol de dizolvat la litru se numește monomolară și se notează prin $\frac{M}{1}$ sau 1 M. Cînd cuprinde 2 moli la litru se numește bimolară și se notează prin $\frac{2M}{1}$ sau 2M. Dacă cuprinde o zecime de mol se numește decimolară și se notează $\frac{M}{10}$ sau 0,1 M.

Soluția $\frac{M}{2}$ de H_2SO_4 cuprinde $\frac{98}{2}$ g/l = =49 g H_2SO_4 la 1 l de soluție.

c) *Concentrația normală*. O soluție de concentrație normală este aceea care cuprinde un echivalent-gram (val) de corp activ, din substanța dizolvată, la litru de soluție. Ea se notează prin $\frac{N}{1}$ sau N. Cînd cuprinde doi echivalenți-gram de corp activ se numește binormală sau dublu normală $\left(\frac{2N}{1} \text{ sau } 2N\right)$. Cînd cuprinde o jumătate de echivalent-gram de corp activ la litru de soluție, se numește soluție de concentrație seminormală (deminormală) și se notează cu $\frac{N}{2}$ sau 0,5 N.

Prin corp activ se înțelege hidrogenul unui acid, hidroxilul unei baze sau metalul unei sări.

Echivalentul unui acid este egal cu masa lui moleculară împărțită la valență (bazicitate).

Exemplu. $\frac{H_2SO_4}{2} = \frac{98}{2} = 49.$

Echivalentul unei baze se calculează împărțind masa moleculară la numărul hidroxililor sau la valența metalului.

Exemplu. $\frac{Ba(OH)_2}{2} = \frac{171,36}{2} = 85,68.$

Echivalentul unei sări rezultă din masa ei moleculară raportată la produsul dintre numărul de atomi ai metalului și valența lui.

Exemplu. $\frac{Al_2(SO_4)_3}{2 \cdot 3} = \frac{54 + 96 \cdot 3}{6} = 57.$

Concentrația unei soluții se poate caracteriza și prin densitatea ei, care depinde de concentrație. De aceea, știind densitatea se poate determina concentrația din tabelele de la sfîrșitul cărții.

Pentru exprimarea concentrației se mai folosesc și alte căi. Astfel, concentrația se poate exprima prin *titru* (T). Se numește titrul unei soluții cantitatea de substanță în grame conținută într-un cm^3 de soluție.

Uneori se indică concentrația unei soluții prin numărul de moli de substanță la 1000 g dizolvant (concentrație *molală* sau *molalitate*).

Scanned with OKEN Scanner

a. Soluții procentuale

11.1. Se prepară o soluție de carbonat de sodiu folosind carbonat de sodiu cristalizat $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Cîte grame de carbonat de sodiu sînt necesare pentru a prepara 500 g de soluție cu concentrația de 10%, calculată în sare anhidră ?

Rezolvare. 500 g de soluție cu concentrația de 10% trebuie să cuprindă : $500 \cdot 0{,}1 = 50$ g de sare anhidră.

1 mol $Na_2CO_3 = 106$ g ; 1 mol $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O = 286$ g.

Cantitatea de carbonat de sodiu cristalizat care conține 50 g de sare anhidră se calculează din proporția obținută, prin regula de trei simplă :

$$\frac{286}{106} = \frac{x}{50} \text{ ; unde } x = 134{,}9 \text{ g}$$

Pentru obținerea celor 500 g de soluție, folosim 134,9 g de carbonat de sodiu cristalizat și : $500 - 134{,}9 = 365{,}1$ g de apă.

11.2. Cîtă apă și cîtă soluție de amoniac de 25% (în volume), cu densitatea 0,91 g/cm³, trebuie să fie luate pentru prepararea unui litru de soluție de 10% și cu densitatea 0,96 g/cm³ ?

Rezolvare. Notăm cantitatea de soluție cu concentrația de 25% cu x.

Deoarece cantitatea de amoniac din soluție rămîne aceeași, putem scrie relația :

$$25 \cdot 0{,}91 \cdot x = 0{,}96 \cdot 10 \cdot 1, \text{ de unde :}$$

$$x = 0{,}422 \text{ l soluție} = 422 \text{ cm}^3 \text{ sol. } NH_3 \text{ 25\%.}$$

Volumul apei va fi : $y = 1\,000 - 422 = 578$ cm³.

11.3. Cîtă apă trebuie să adăugăm în 400 mililitri de soluție de acid clorhidric cu concentrația de 22%, pentru a obține o soluție cu concentrația de 10% ?

Rezolvare. Densitatea soluției de acid clorhidric cu concentrația de 22% se ia din tabela 2, ea fiind 1,11 g/cm³.

Masa soluției date va fi :

$$m = V \cdot \rho = 400 \cdot 1{,}11 = 444 \text{ g.}$$

Notăm masa totală a soluției de 10% cu x, iar cantitatea de apă care trebuie s-o adăugăm cu y.

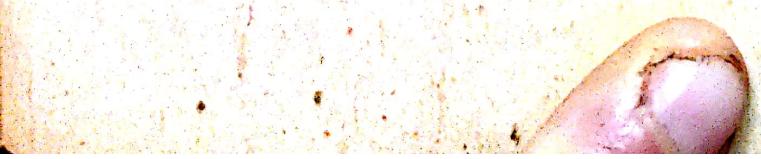
Atunci : $y = x - 400 \cdot 1{,}11$.

Deoarece cantitatea de acid clorhidric din soluție rămîne aceeași și după diluare, putem scrie :

$$400 \cdot 1{,}11 \cdot 22 = 10 \cdot x \text{ ; unde } x = 976{,}8 \text{ g}$$

$$y = 976{,}8 - 444 = 532{,}8 \text{ g de apă.}$$

11.4. 50 cm³ de soluție de hidroxid de sodiu cu concentrația de 10% se neutralizează cu o soluție de acid sulfuric. Cîți cm³ din soluția de acid se vor folosi, dacă concentrația ei este de 6% ?



Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare: *a*) Reacția de neutralizare care are loc este:

$$2\ NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\ H_2O.$$

b) Valorile molilor substanțelor care intră în calcul sînt:

1 mol $NaOH = 40$ g

1 mol $H_2SO_4 = 98$ g.

c) Masa soluției de NaOH:

$$m = V \cdot \rho = 50 \cdot 1{,}115 = 55{,}75 \text{ g}.$$

(Densitatea soluției se ia din tabela 3). Cantitatea de hidroxid din soluția folosită este:

$$\frac{55{,}75 \cdot 10}{100} = 5{,}575 \text{ g NaOH}.$$

d) Acidul folosit la neutralizare se calculează stoechiometric.

Dacă 40 g NaOH neutralizează...49 g H_2SO_4

$$\text{5,575 g NaOH vor neutraliza } \ldots\ldots\ldots y$$

$$y = 6{,}77 \text{ g } H_2SO_4$$

Cantitatea de soluție de acid sulfuric este:

$$z = \frac{100 \cdot 6{,}77}{6} = 112{,}83 \text{ g}$$

Densitatea soluției de H_2SO_4 cu concentrația de 6% dată în tabela 2 este 1,04 g/cm³.

Volumul soluției va fi: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{112{,}83}{1{,}04} = 108{,}49 \text{ cm}^3$ sol. H_2SO_4 de 6%.

11.5. În 100 g de apă se dizolvă 25 g de azotat de sodiu. Care va fi concentrația soluției obținute? Dacă se dizolvă 10 moli de sare în 2 kg apă, ce concentrație are soluția?

11.6. Într-un litru de apă cu temperatura de 4°C se dizolvă 350 g de acid clorhidric gazos. Care este concentrația soluției de acid obținută? Cît acid este necesar pentru obținerea unei tone de soluție?

11.7. Să se calculeze cantitatea de hidroxid de sodiu necesară obținerii a 160 g de soluție cu concentrația de 25%. Ce cantitate din această soluție se folosește pentru obținerea a 2 tone soluție de carbonat de sodiu și ce concentrație va avea?

11.8. În 300 g de soluție de clorură de sodiu cu concentrația de 10% s-au mai introdus încă 25 g de sare. Cît a devenit concentrația soluției?

Scanned with OKEN Scanner

11.9. Într-o capsulă s-au turnat 45 g soluție de zahăr. Prin evaporarea pînă la sec au mai rămas 13,5 g. Care a fost concentrația soluției ?

11.10. Se amestecă 150 g soluție de sodă caustică cu concentrația de 15% cu 80 g soluție de concentrație 25% din aceeași substanță. Care va fi concentrația soluției noi ?

11.11. Alcoolul etilic are o concentrație de 96% și densitatea $\rho = 0{,}79$ g/cm³.

a) Care este cantitatea de apă pe care o găsim în 500 cm³ din acest alcool ?

b) Cît devine concentrația soluției dacă jumătate din alcool arde și apa rezultată din reacție trece în masa soluției rămase ?

11.12. Se amestecă 200 cm³ de soluție de hidroxid de sodiu cu concentrația de 10% cu 300 cm³ de soluție din aceeași substanță cu concentrația de 20%. Care va fi concentrația finală a soluției ? (Vezi tabela 3.)

11.13. Cîte grame de hidroxid de potasiu sînt necesare pentru a obține 1 800 cm³ de soluție cu concentrația de 12% ($\rho = 1{,}1$ g/cm³). Care este molalitatea soluției ?

11.14. Cîte grame de sulfit de sodiu (Na_2SO_3) sînt necesare pentru a obține 1,5 l soluție de concentrație 10%, dacă densitatea ei este de 1,08 g/cm³ ?

Ce volum de bioxid de sulf se consumă la obținerea a două tone de soluție de sulfit ?

11.15. Ce cantitate de sulfat de cupru $CuSO_4.5H_2O$ și cîtă apă sînt necesare pentru a obține 10 kg de soluție de concentrație 5% ? (Cu = 64). Ce cantitate de acid sulfuric se consumă la obținerea sulfatului de cupru folosit ?

11.16. 200 kg de acid sulfuric cu concentrația de 40% se vor dilua cu apă, astfel încît după diluare concentrația să fie de 15%. Să se calculeze :

a) cantitatea de apă ;

b) raportul de amestecare și cantitatea de carbonat de sodiu ce poate neutraliza 1 cm³ de acid ($\rho = 1{,}1$ g/cm³) ;

c) masa amestecului și molalitatea soluției.

11.17. Acidul sulfuric de concentrație 60% trebuie adus la concentrația de 90%. Pentru a obține 200 kg de acid sulfuric 90%, ce cantitate de acid cu concentrația de 60% trebuie luată și ce cantitate de apă trebuie îndepărtată ?

11.18. Să se calculeze cîți litri de acid azotic cu concentrația de 10% trebuie să se amestece cu 3 l acid azotic 60%, pentru a obține un acid de 40%. Care este contracția de volum la amestecare ?

11.19. Un rezervor cu capacitate de 25 m³ trebuie umplut cu acid sulfuric de concentrație 60%. Existînd numai acid de 50% și 90%, să se calculeze cîte părți în volume trebuie să se ia din fiecare acid.

Scanned with OKEN Scanner

11.20. Metalul wood reprezintă un aliaj care se topește la 60°C și se prepară topind laolaltă 40 de părți de bismut, 20 părți de plumb, 10 părți de staniu și 10 părți de cadmiu. Cîte grame trebuie să se folosească din fiecare metal pentru a obține 500 g aliaj ?

11.21. Să se calculeze masa acidului azotic cu concentrația de 100% și volumul de apă care trebuie adăugat, pentru a obține 10 l de soluție de acid cu concentrația 20%, dacă densitatea este 1,115 g/cm³ ?

11.22. Se amestecă o soluție de concentrație de 40% cu o altă soluție din aceeași substanță cu concentrația de 15%. Masa soluției rezultată din amestec este de 1 000 g și are concentrația de 25%. Care au fost cantitățile inițiale din soluțiile folosite ?

11.23. Ce concentrație procentuală va avea o soluție de hidroxid de sodiu, dacă în 500 g de apă se dizolvă 2 moli de NaOH ?

11.24. În 70 g de soluție de acid clorhidric s-a introdus o bucată de fier cu masa de 15 g. După ce reacția a încetat, bucata de fier mai cîntărea 7 g. Care a fost concentrația procentuală a soluției de acid clorhidric ? (Cl=35,5 ; Fe=56.)

11.25. 50 g de soluție de acid sulfuric se neutralizează cu 25 g de soluție NaOH de concentrație 20%. Care este concentrația procentuală a soluției de acid sulfuric ?

11.26. Cîte grame de soluție de hidroxid de potasiu cu concentrația de 5,6% sînt necesare pentru neutralizarea a 73 g de soluție de acid clorhidric cu concentrația de 10% ?

11.27. Cîtă apă se găsește în 2 l de soluție de acid sulfuric cu densitatea 1,84 g/cm³ ? (Vezi tabela 2.)

11.28. Cu ajutorul tabelei 2 de la sfîrșitul cărții să se calculeze cîte grame de acid clorhidric revin soluției cu densitatea de 1,11 g/cm³ pentru 234 g de apă.

11.29. Să se calculeze cu ajutorul tabelei 2 cîte grame de apă revin pentru 100 g de acid azotic, a cărui densitate este 1,46 g/cm³.

11.30. Pentru a obține în laborator hidrogen, prin acțiunea acidului sulfuric asupra zincului, se folosește o soluție diluată de acid sulfuric : pentru 1 volum de acid cu densitatea 1,84 g/cm³ se iau 5 volume de apă. Să se tstabilească în acest caz concentrația procentuală a acidului rezultat.

11.31. Prepararea bioxidului de carbon în laborator se face folosind acid clorhidric diluat și carbonat de calciu. În acest scop se diluează acidul cu densitatea 1,183 g/cm³, amestecîndu-se un volum din soluția concentrată cu 4 volume de apă. Cît a devenit concentrația procentuală a acidului ?

11.32. Cîți moli de acid se găsesc aproximativ în 100 g de soluție de acid sulfuric cu densitatea 1,38 g/cm³ ? Cîți cm³ de soluție de hidroxid de sodiu

cu concentrația de 28% sînt necesari pentru neutralizarea a 300 g din această soluție ?

11.33. Cîți mililitri de acid sulfuric 10% cu densitatea 1,07 sînt necesari pentru neutralizarea unei soluții care conține 16 g NaOH ?

11.34. Un rezervor cu dimensiunile : lungimea 8 m, lățimea 4 m și înălțimea 5 m trebuie să fie umplut cu acid sulfuric 62% ($\rho = 1{,}52$ g/cm³). Pentru obținerea acestei soluții de acid se folosesc : un acid de 92% ($\rho = 1{,}824$ g/cm³) și unul de 40,25% ($\rho = 1{,}305$ g/cm³). Cîte tone din fiecare acid trebuie luate pentru a obține, prin amestecare, cantitatea de acid sulfuric 62% necesară pentru umplerea rezervorului ?

b. Soluții molare

11.35. Să se calculeze cantitatea în grame de sulfat de sodiu Na_2SO_4 necesară obținerii a 2,5 l de soluție bimolară.

Rezolvare. 1 mol $Na_2SO_4 = 46 + 32 + 64 = 142$ g

1 l sol. $\frac{2M}{1}$ cuprinde $142 \cdot 2 = 284$ g

2,5 l va cuprinde : $284 \cdot 2{,}5 = 710$ g.

11.36. Se dizolvă în apă 11,7 g de clorură de sodiu și se completează pînă la 100 cm³. Să se calculeze concentrația molară a acestei soluții (Cl = 35,5).

Rezolvare. 1 mol NaCl = 23 + 35,5 = 58,5 g.

Cantitatea de clorură de sodiu ce revine la 1 l de soluție este :

$$\frac{1\,000 \cdot 11{,}7}{100} = 117 \text{ g.}$$

Din calcul rezultă relația care permite stabilirea molarității :

$$\frac{\text{Molaritatea} \cdot n \text{ cm}^3}{1\,000} = \frac{a \text{ grame substanță}}{\text{masa moleculară a substanței}}.$$

$$\text{Molaritatea} = \frac{1\,000 \cdot a \cdot \text{grame substanță}}{n \text{ cm}^3 \cdot \text{masa moleculară a substanței}}.$$

Înlocuind avem : $\text{molaritatea} = \frac{1\,000 \cdot 11{,}7}{58{,}5 \cdot 100} = 2 \frac{\text{moli}}{l \text{ sol}} = 2\text{M}.$

11.37. La ce volum trebuie adus prin diluare volumul de 150 cm³ soluție de 15,2% de carbonat de sodiu cu densitatea 1,16 g/cm³, pentru a obține o soluție de concentrație semimolară $\left(\frac{M}{2}\right)$?

Rezolvare. 1 mol $Na_2CO_3 = 106$ g.

150 cm³ soluție Na_2CO_3 15,2% cîntăresc :

$m = V \cdot \rho = 150 \cdot 1{,}16 = 174$ g.

174 g soluție 15,2% Na_2CO_3 conține : $\frac{174 \cdot 12,5}{100} = 26,448$ g.

Soluția $\frac{M}{2}$ Na_2CO_3 cuprinde $53 \frac{g\ Na_2CO_3}{l\ soluție}$.

Volumul la care va ajunge soluția este :

$$\frac{26,448 \cdot 1\,000}{53} = 499 \text{ cm}^3 \text{ soluție } \frac{M}{2} Na_2CO_3.$$

11.38. Stabiliți ecuația reacției care se produce între azotatul de plumb $Pb(NO_3)_2$ și sulfatul de aluminiu $Al_2(SO_4)_3$ și arătați care este volumul soluției molare de azotat de plumb care trebuie adăugat la 100 cm³ de soluție molară de sulfat de aluminiu, pentru ca întreaga cantitate de azotat de plumb să se transforme în sulfat de plumb.

Rezolvare. Ecuația reacției care are loc este :

$Al_2(SO_4)_3 + 3\ Pb(NO_3)_2 = 3\ PbSO_4 + 2\ Al(NO_3)_3$

1 mol $Al_2(SO_4)_3 = 2 \cdot 27 + 3(32 + 16 \cdot 4) = 342$ g

1 mol $Pb(NO_3)_2 = 207 + 2(14 + 3 \cdot 16) = 331$ g

342 g $Al_2(SO_4)_3$ sînt precipitate de $3 \cdot 331$ g $Pb(NO_3)_2$

34,2 g $Al_2(SO_4)_3$ vor fi precipitate de x

$$x = \frac{34,2 \cdot 3 \cdot 331}{342} = 99,3 \text{ g}.$$

Volumul soluției monomolare (M) care cuprinde 99,3 g $Pb(NO_3)_2$ va fi

331 g $Pb(NO_3)_2$ se găsesc în 1 000 cm³

99,3 g $Pb(NO_3)_2$ se vor găsi în y

$$y = \frac{99,3 \cdot 1000}{331} = 300 \text{ cm}^3 \text{ soluție 1 M } Pb(NO_3)_2.$$

11.39. Cîte grame de acid azotic se găsesc în 400 cm³ soluție monomolară (1M)?

11.40. Cîte grame de piatră-vînătă $CuSO_4.5H_2O$ sînt necesare pentru prepararea a 500 cm³ soluție $\frac{M}{5}$ de sulfat de cupru?

11.41. Cîți cm³ de acid sulfuric cu densitatea 1,84 sînt necesari pentru a rezulta 600 cm³ soluție monomolară?

11.42. Pentru a pregăti o soluție de acid clorhidric $\frac{M}{5}$ se folosește o soluție cu densitatea 1,183 g/cm³. Pentru a prepara 500 cm³ de soluție $\frac{M}{5}$ HCl, de cîți cm³ din soluția de mai sus avem nevoie?

11.43. Să se calculeze volumul soluției dublu molară (2M) de hidroxid de sodiu necesară pentru precipitarea completă a cuprului din 100 cm³ de soluție demimolară de sulfat de cupru.

Scanned with OKEN Scanner

11.44. Să se calculeze volumul soluției molare de hidroxid de sodiu necesar neutralizării a 300 cm^3 de soluție semimolară de acid sulfuric.

11.45. Cîte grame de substanță care se depune sub formă de precipitat rezultă prin adăugarea a 100 cm^3 de soluție monomolară de clorură de magneziu la 400 cm^3 de soluție monomolară de azotat de argint ?

11.46. Cîte grame de substanță care se depune sub formă de precipitat rezultă prin adăugarea a 100 cm^3 de soluție semimolară de sulfat de aluminiu la 100 cm^3 de soluție bimolară de azotat de bariu ?

11.47. Se folosesc : o soluție care conține 18,9 g HNO_3 la litru și o soluție care conține 3,2 g NaOH la litru. Să se calculeze :

a) În ce raport de volume trebuie amestecate soluțiile pentru a obține o soluție neutră ;

b) Care sînt concentrațiile molare ale soluțiilor date.

11.48. Care este molaritatea unei soluții de azotat de potasiu cu concentrația de 40% ?

11.49. Acidul sulfuric de concentrație 96% are densitatea 1,84 g/cm^3. Să se calculeze concentrația exprimată în g/cm^3 (titru), precum și concentrația molară a soluției de acid de mai sus.

c. Soluții normale

11.50. Cîte grame de acid azotic trebuie să luăm pentru a obține 100 cm^3 de soluție de concentrație normală (1 N) ?

Rezolvare. 1 mol $HNO_3 = 1+14+48 = 63$ g.

Soluția 1 N HNO_3 conține 63 g HNO_3 la litru de soluție.

În 100 cm^3 de soluție normală vom avea :

$$\frac{100 \cdot 63}{1\,000} = 6{,}3 \text{ g } HNO_3$$

11.51. Cîți cm^3 de soluție de acid sulfuric de 96% și cu densitatea 1,84 g/cm^3 trebuie să luăm pentru a prepara 200 cm^3 de soluție de concentrație semi-normală $\left(\frac{N}{2}\right)$?

Rezolvare. Echivalentul acidului sulfuric este : $\frac{H_2SO_4}{2} = \frac{98}{2} = 49$.

Pentru a prepara 1 l de soluție vom avea nevoie de : $\frac{49}{2} = 24{,}5$ g H_2SO_4.

Pentru 200 cm^3 de soluție, cantitatea de acid sulfuric va fi : $\frac{200 \cdot 24{,}5}{1\,000} =$ $= 4{,}9$ g H_2SO_4.

1 cm³ de acid sulfuric de 96% cîntăreşte: $m = V \cdot \rho = 1 \cdot 1{,}84$ g.

Cantitatea de acid conţinută într-un cm³ este: $\frac{1{,}84 \cdot}{100} = 1{,}77$ g.

Atunci, pentru prepararea a 200 cm³ soluţie $\frac{N}{2} H_2SO_4$, sînt necesare: $\frac{4{,}9}{1{,}77} =$

$= 2{,}768$ cm³ H_2SO_4 96%.

11.52. Se prepară 500 cm³ soluţie de H_2SO_4 cu concentraţia 49% şi $\rho_1 = 1{,}38$ g/cm³, folosindu-se o soluţie 98% H_2SO_4 cu $\rho_2 = 1{,}84$ g/cm³.

Să se calculeze:

a) volumul de soluţie de acid 98% ce se utilizează;

b) cantitatea de apă necesară, contracţia volumului la obţinerea soluţiei şi interpretarea contracţiei;

c) molaritatea, normalitatea şi titrul soluţiei noi.

Rezolvare.

a) Cantitatea de acid sulfuric cuprinsă în volumul V_2 de concentraţie $c_2 = 96\%$ se găseşte în soluţia nouă, astfel că se poate scrie:

$$m = V_1 \rho_1 c_1 = V_2 \rho_2 c_2 \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{\rho_1 c_1}{\rho_2 c_2}$$

Prin înlocuire rezultă

$$V_2 = 500 \, \frac{1{,}38 \cdot 0{,}48}{1{,}84 \cdot 0{,}96} = 187{,}5 \text{ cm}^3$$

b) $m_{H_2O} = m_{sol1} - m_{sol2} \Leftrightarrow m_{H_2O} = V_1 \rho_1 - V_2 \rho_2 \Rightarrow m_{H_2O} = V_1 \rho_1 \left(1 - \frac{c_1}{c_2}\right)$

Prin înlocuire se obţine:

$$m_{H_2O} = 500 \cdot 1{,}38 \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 345 \text{ g}$$

Contracţia de volum ΔV este:

$$\Delta V = V_2 + V_{H_2O} - V_1 = V_2 + \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} - V_1 \Rightarrow$$

$$\Delta V = 187{,}5 + 345 - 500 = 32{,}5 \text{ cm}^3$$

Contracţia se datoreşte difuziunii moleculelor de acid sulfuric în spaţiile intermoleculare la apă şi hidratării moleculelor de acid. (Nu se ţine seama de ionizare.)

c) Molaritatea se scoate din relaţia:

$$\text{molaritatea } (m) = \frac{1\,000}{V} \cdot \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}}$$

care se deduce prin raționament elementar;
$<V>$ = cm³ soluție obținută;
1 000 sînt cm³, pe baza definiției.
Cum

$$m_{H_2SO_4} = V \cdot \rho_1 \cdot c_1$$

se obține

$$\text{molaritatea } (m) = \frac{1\,000}{V_1} \cdot \frac{V_1 \rho_1 c_1}{M_{H_2SO_4}} \Rightarrow$$

$$\text{molaritatea } (m) = \frac{1\,000 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^3} \cdot \frac{500 \text{ cm}^3 \cdot 1 \cdot 38 \text{ g/cm}^3 \, 0{,}49}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 6.90 \text{ moli},$$

Normalitatea se calculcază, ca și molaritatea, cu o relație asemănătoare, înlocuindu-se masa molară M, cu echivalentul chimic E.

$$\text{normalitatea } (N) = \frac{1\,000}{V_1} \cdot \frac{V_1 \rho_1 c_1}{E_{H_2SO_4}} = 13{,}8 \text{ echivalent-gram.}$$

$$\text{Titrul } (T) = \frac{m_{H_2SO_4}}{V_1} = \frac{V_1 \rho_1 c_1}{V_1} = \rho_1 c_1 \Rightarrow$$

$$T = 1{,}38 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 0{,}49 = 0{,}6762 \frac{\text{g}}{\text{cm}}$$

11.53. Cîte grame de sulfat de aluminiu (sare anhidră) se găsesc în 1,2 l de soluție de concentrație seminormală $\left(\frac{N}{2}\right)$?

11.54. Să se determine titrul și normalitatea unei soluții de azotat de sodiu de concentrație 25% cu densitatea 1,185 g/cm³.

11.55. Să se determine concentrația procentuală, molară, normală și titrul unei soluții, știind că 1 l de soluție din aceasta conține 106 g de carbonat de sodiu Na_2CO_3 și are densitatea 1,1 g/cm³.

11.56. O sare cu masa moleculară 168 formează la 18°C o soluție saturată a cărei concentrație este 3,4 M. Știind că densitatea soluției este 1,22 g/cm³ care este solubilitatea substanței și concentrația procentuală a soluției?

Scanned with OKEN Scanner

11.57. Acidul clorhidric 26,2% are densitatea 1,13 g/cm³. Cîți cm³ din această soluție de acid trebuie luați pentru a prepara 10 l de soluție de acid clorhidric $\frac{M}{5}$ (HCl = 36,465) ?

11.58. Să se calculeze cantitatea de apă care trebuie amestecată cu o soluție de acid sulfuric care conține 6 g H_2SO_4 în 720 cm³ soluție, pentru a prepara o soluție de concentrație $\frac{M}{20}$. Care este normalitatea soluției ? (Se neglijează contracția de volum.)

Scanned with OKEN Scanner

XII Structura atomului. Formarea ionilor. Legături chimice

Atomul oricărui element este format din două părți: partea centrală, numită nucleu, și învelișul alcătuit din electroni.

Aproape întreaga masă a atomului este concentrată în nucleu, deoarece masa electronului este foarte mică $\left(\frac{1}{1\,840}\right.$ din masa atomului de hidrogen)$\Big)$, ea neglijîndu-se.

Nucleul este format din protoni și neutroni, considerate particule elementare de materie, cu masele relative puțin mai mari ca unitatea de masă Electronul este negativ și posedă cantitatea cea mai mică de electricitate, egală cu $1{,}6 \cdot 10^{-19}$C.

Protonii au sarcini electrice pozitive. Atomul fiind neutru, sarcina protonilor este egală cu a electronilor și de semn contrar. Luînd sarcina electronului ca unitate, numărul sarcinilor nucleului (numărul protonilor) va fi egal cu al electronilor și egal cu număr de ordine Z din sistemul periodic numit număr atomic.

Numărul neutronilor se calculează scăzînd din masa atomică rotunjită numărul de masă A) numărul de ordine Z (număr atomic).

Numărul neutronilor $= A - Z$.

Electronii se mișcă cu viteze mari în jurul nucleului. Toți electronii cu aceeași energie totală formează un strat electronic sau nivel energetic. Astfel, în jurul nucleului apar mai multe straturi electronice (nivele de energie), notate dinspre nucleu spre exterior cu literele K, L, M, N, O, P, Q, stratul K fiind cel mai sărac în energie.

Numărul de ordine al stratului se notează cu n și este numit număr cuantic principal, avînd valorile 1, 2, 3, ...

Starea unui electron este determinată de patru numere cuantice: număr cuantic principal, număr cuantic orbital, număr cuantic magnetic, și număr cuantic al spinului.

Scanned with OKEN Scanner

Straturile electronice sînt împărțite în substraturi. Numărul de electroni dintr-un substrat este dat de formula:

$$2(2l+1);\ \text{unde}\ l=\text{număr cuantic orbital.}$$

$$l=0,\ 1,\ 2,\ 3,\ \ldots\ (n-1).$$

În locul numerelor cuantice orbitale se folosesc literele *s*, *p*, *d* și *f* care provin de la inițialele numerelor seriilor spectrale (*p*=principală, *s*=secundară, *d*=difuză și *f*=fundamentală).

Numărul cuantic orbital determină substraturile și ne dă indicații asupra formei geometrice a orbitalului.

Numărul cuantic magnetic (*m*) indică comportarea electronilor în cîmpul magnetic. El poate avea valori întregi negative și pozitive de la $-l$ la $+l$

Numărul cuantic al spinului se referă la rotirea electronului în jurul axei proprii. Această rotire poate avea loc numai în două moduri, valoarea numărului cuantic al spinului fiind $s=+\frac{1}{2}$ sau $s=-\frac{1}{2}$ (semnul indică sensul rotației).

Numărul cuantic orbital l depinzînd de numărul cuantic principal n, urmează că un strat cu numărul cuantic n poate fi ocupat de maximum:

$$2\sum^{n-l}(2l+1)=2n^2 \text{ electroni.}$$

De menționat este că *într-un atom nu există niciodată doi electroni la care toate cele patru numere cuantice să coincidă* (principiul excluziunii al lui Pauli).

Numai primele patru straturi sînt complete (pentru elementele grele).

S-a stabilit că numărul de electroni de pe ultimul nivel, pentru toate elementele, nu depășește opt. Aceștia fiind cei mai depărtați de nucleu, sînt mai slab legați și se pot desprinde de atom, atașîndu-se la un alt atom pentru completarea octetului. Cedarea sau cîștigul de electroni la un atom distruge neutralitatea, atomul încărcîndu-se cu electricitate. Cînd cedează electroni, se încarcă cu electricitate pozitivă, devenind ion pozitiv, la care numărul sarcinilor este egal cu numărul electronilor cedați.

Cînd primește electroni, devine ion negativ, cu atîtea sarcini cîți electroni a primit. Exemple:

$$:Ca - 2e^- \rightarrow Ca^{2+};\quad :\ddot{Cl}: + e^- \rightarrow :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:^-$$

Capacitatea de transformare a atomului unui element în ion pozitiv sau negativ depinde de locul ocupat în sistemul periodic. Elementele care se găsesc la începutul perioadei au sarcina nucleului atomului mai mică decît elementele de la sfîrșitul perioadelor. De aceea, electronii atomilor primelor elemente sînt mai slab atrași decît cei ai ultimelor elemente, iar tendința de a capta electroni crește de la stînga la dreapta. Elementele ai căror atomi au pe ultimul strat mai puțin de patru electroni nu se pot transforma în ioni negativi, ele cedînd electroni (excepție hidrogenul). În ioni negativi se transformă cele care au de la patru electroni în sus.

Procesul de schimb de electroni (adiționare sau cedare) are loc în timpul reacțiilor chimice. Între atomii elementelor care se combină se stabilesc legături chimice. Pentru interpretarea transferului de electroni, Kossel a emis următoarea ipoteză. *Elementele au tendința de a cîștiga sau de a ceda electroni, pînă cînd prezintă la exterior configurația electronică a gazului inert cel mai apropiat.*

Legătura chimică care se stabilește este legătura *ionică, electrovalentă,* sau *heteropolară.* Între ioni se exercită forțe de atracție electrostatică.

Exemplu :

$$:Ca - 2e^- \rightarrow Ca^{2+} \; ; \; 2 \; :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot + 2e^- \rightarrow 2 \; :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:^- \; ;$$

$$Ca^{2+} + 2 \; :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:^- \rightarrow 2Ca^{2+} 2 \; :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:^-$$

La formarea compușilor ionici, în urma apropierii unui număr mare de ioni pozitivi și negativi, nu se obțin molecule, ci cristale, unde fiecare ion de același semn este înconjurat de un anumit număr de ioni de semn contrar, care se găsesc la o anumită distanță (rețea ionică).

Valența la legăturile ionice este dată de numărul sarcinilor, numindu-se electrovalență. Ea nu se reprezintă prin liniuțe.

Compușii atomici se formează după un mecanism puțin diferit. Pentru interpretarea acestor valențe, Lewis și Langmuir au emis o altă ipoteză, care ar fi o completare a ipotezei lui Kossel. *Se admite că în unele cazuri, un element nu poate să cedeze electroni ca să încarce un altul cu electricitate, dar pune în comun cu elementul cu care se combină cîte unul sau mai mulți electroni, pentru a-și forma în jurul lui configurația gazului inert cel mai apropiat.*

Legătura se formează prin formarea uneia sau a mai multor perechi de electroni care devin comune atomilor ce se combină, adică intră concomitent în componența învelișurilor de electroni ale celor doi atomi,

Scanned with OKEN Scanner

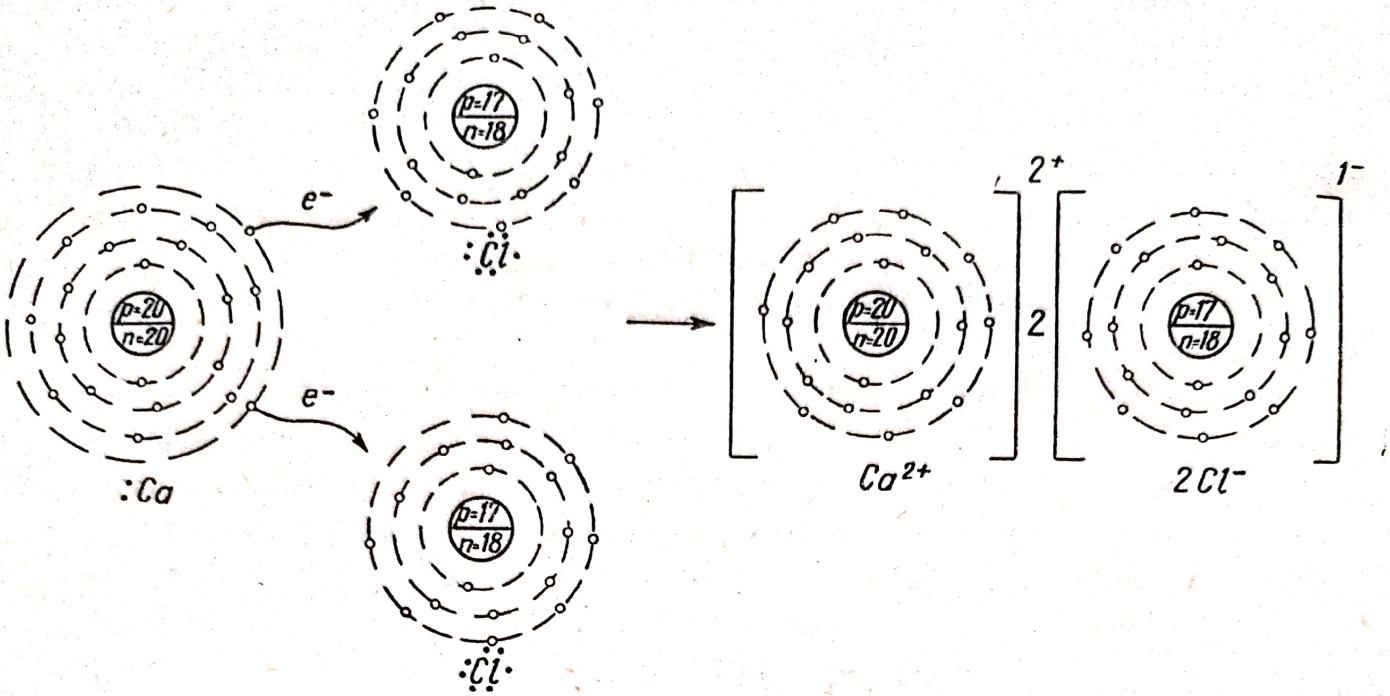


Fig. 3

mișcîndu-se pe orbite ce cuprind nucleele acestora doi. O pereche de electroni constituie un dublet care se reprezintă prin două puncte puse între simboluri. În formula stucturală, un dublet reprezintă o liniuță de valență. Legătura dublă sau triplă se notează prin două sau trei perechi de puncte.

O asemenea legătură se numește *covalentă* (comun) sau homeopolară.

Exemple : La formarea moleculelor substanțelor simple, atomii își pun electronii în comun, pentru completarea octetelor.

Astfel, doi atomi de clor au la exterior cîte șapte electroni : punînd în comun cîte un electron, fiecare ajunge la opt electroni, iar între atomi avem un dublet

$$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}\cdot + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}: \rightarrow :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}: \text{ sau } :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}—\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}:$$

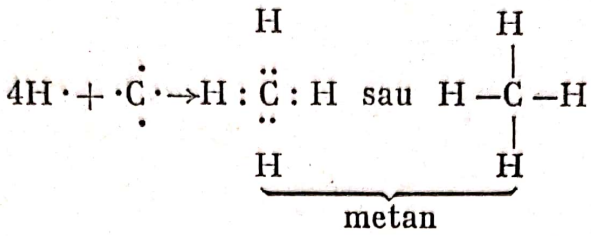
moleculă de clor

În cazul azotului avem :

$$\ddot{\underset{\cdot}{\mathrm{N}}}: + :\ddot{\underset{\cdot}{\mathrm{N}}} \rightarrow \ddot{\mathrm{N}}:::\ddot{\mathrm{N}} \text{ sau } \mathrm{N}\equiv\mathrm{N}$$

La substanțele compuse legătura se formează așa cum rezultă din exemplul de combinare a hidrogenului cu carbonul în metan. Hidrogenul are un singur electron. Pentru a lua configurația heliului mai are nevoie de unul. Carbonul are 4 electroni la exterior. Pentru a avea configurația

neonului mai are nevoie de 4 electroni. Astfel, cei 4 electroni de pe ultimul strat al carbonului sînt puși în comun cu încă 4 electroni ai celor 4 atomi de hidrogen.

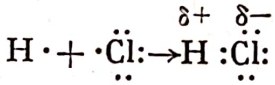


metan

La formarea legăturilor covalente, electronii nu se deplasează de la atom la atom, astfel că legătura covalentă nu conține ioni. Însă, pentru multe cazuri, cînd atomii care formează molecula nu sînt de același fel, perechile de electroni comune se deplasează spre atomul elementului cu caracter nemetalic mai pronunțat (mai electronegativ).

De exemplu, la combinarea dintre hidrogen și clor, dubletul este deplasat spre clor. Astfel, clorul apare parțial negativ și hidrogenul parțial pozitiv, deoarece sarcinile lor sînt mai mici decît ale ionilor care s-ar putea forma (sarcini fracționare).

În acest caz se folosește următoarea notație:



O asemenea legătură covalentă se numește polară, față de legătura covalentă nepolară, cînd electronii comuni se găsesc la aceeași distanță de atomi.

Deplasarea electronilor elementelor care se combină se face în funcție de poziția lor în sistemul periodic.

Astfel, în perioade, ei se deplasează de la elementul aflat mai spre stînga spre cel aflat mai spre dreapta.

Exemplu. La combinarea între siliciu și clor, electronii sînt deplasați spre clor.

În grupe, în limitele grupelor principale, electronii se deplasează de la elementul inferior la cel superior.

Exemplu. La combinarea sulfului cu oxigenul, electronii se deplasează spre oxigen, care se află în aceeași grupă cu sulful, însă deasupra lui.

Substanțele cu legături ionice sau polare, prin dizolvare în apă, se desfac în ioni, ceea ce nu se întîmplă la cele cu legături covalente nepolare.

Valența elementelor din compuși cu legătură covalentă este dată de numărul electronilor puși în comun.

12.1. Se consideră elementul brom (Br). Să se stabilească: *a*) sarcina nucleului atomic și numărul de neutroni; *b*) structura atomului (schema structurii electronice în straturi și substraturi, după Pauli); *c*) să se afle numerele cuantice ale electronilor din stratul 3.

Rezolvare.

a) Bromul este un element ce face parte din grupa a VII-a principală și perioada a 4-a.

Are numărul atomic $Z=35$ și masa atomică 79,9. Deci numărul de masă $A=80$.

Numărul protonilor (ce determină sarcina pozitivă a nucleului) este $Z=35$.

Sarcina nucleului, $q=+Ze=35(+1{,}6\cdot10^{-19})\text{C}=56\cdot10^{-19}\text{C}$

Numărul neutronilor $=A-Z=80-35=45$.

b) Atomul prezintă 4 straturi electronice. Stratul 1 sau K ($n=1$) cuprinde $2n^2=2\cdot1^2=2$ electroni.

În acest strat avem substratul *s* cu 1 orbital *s* ocupat de doi electroni ($l=0$). Conform principiului lui Pauli, un orbital poate fi ocupat de maximum 2 electroni și aceștia au spin opus.

Stratul 2 sau L cuprinde $2n^2=2\cdot2^2=8$ electroni.

Numărul cuantic principal $n=2$, iar numărul cuantic orbital $l=0,1$.

Este formată din 1 orbital *s* cu 2 electroni și 3 orbitali *p* cu 6 electroni, numărul de stări rezultînd din formula:

$$2(2l+1).$$

$$n=2;\ l=0;\ \text{Nr. stări}=2(2\cdot0+1)=2\Rightarrow2s^2$$

$$n=2;\ l=1;\ \text{Nr. stări}=2(2\cdot1+1)=6\Rightarrow2p^6$$

Stratul 3 sau M cuprinde $2n^2=2\cdot3^2=18$ electroni cu numărul cuantic orbital $l=0,\ 1,\ 2$.

Este formată din trei substraturi: *s* cu 1 orbital *s*, *p* cu 3 orbitali *p* și *d* cu 5 orbitali *d*.

$$n=3;\ l=0;\ \text{Nr. stări}=2(2\cdot0+1)=2\Rightarrow3\ s^2$$

$$n=3;\ l=1;\ \text{Nr. stări}=2(2\cdot1+1)=6\Rightarrow3\ p^6$$

$$n=3;\ l=2;\ \text{Nr. stări}=2(2\cdot2+1)=10\Rightarrow3\ d^{10}$$

Stratul 4 sau N este incomplet și cuprinde un număr de electroni egali cu numărul grupei, adică 7, cu 1 orbital *s* cu un dublet și 3 orbitali *p* cu octet incomplet adică 4 s^2, 4 p^5.

Această configurație se poate urmări în figura 4.

Scanned with OKEN Scanner

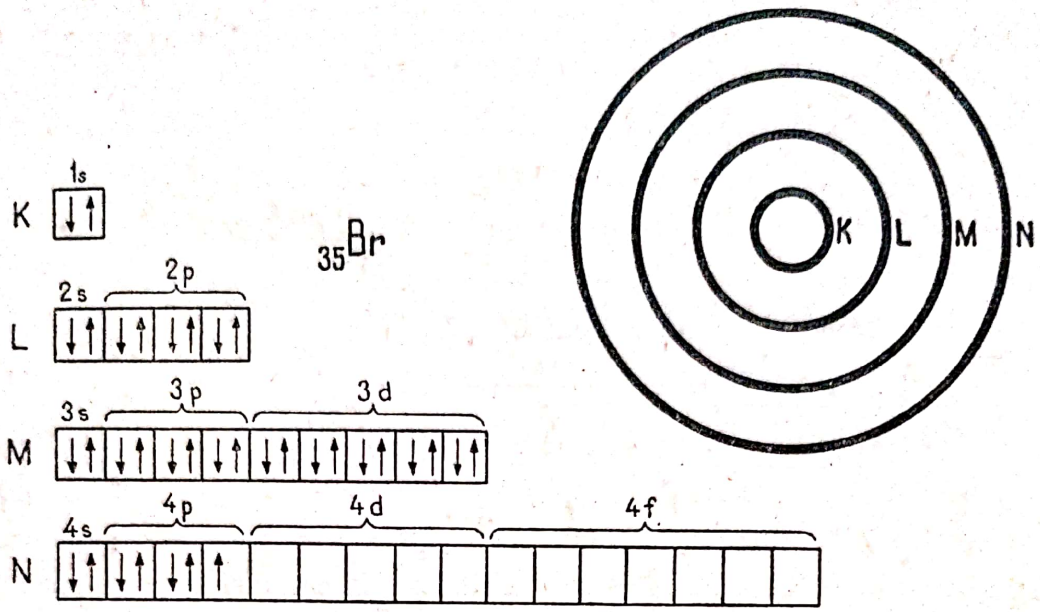


Fig. 4

Fiecare căsuță din figura 4 reprezintă un orbital și săgeata un electron. Săgețile cu sensuri opuse reprezintă electronii cuplați cu spin opus din același orbital. Atomul la care toți electronii sînt cuplați nu are moment magnetic.

n	3								
l	0	1			2				
m	0	—1	0	+1	—2	—1	0	+1	+2
s	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$

12.2. Să se reprezinte configurația electronică completă a atomului de fier și să se arate dacă atomul are moment magnetic.

Rezolvare.

Fierul ($_{26}$Fe) este un metal tranzițional ce face parte din perioada a IV-a și are patru straturi electronice alcătuite ca în figura 5.

În cazul de față se aplică regula lui Hund. La ocuparea orbitalilor de energie egală (orbitalii *s*, *p*, *d*, și *f* din diferite substraturi) intră întîi un elec-

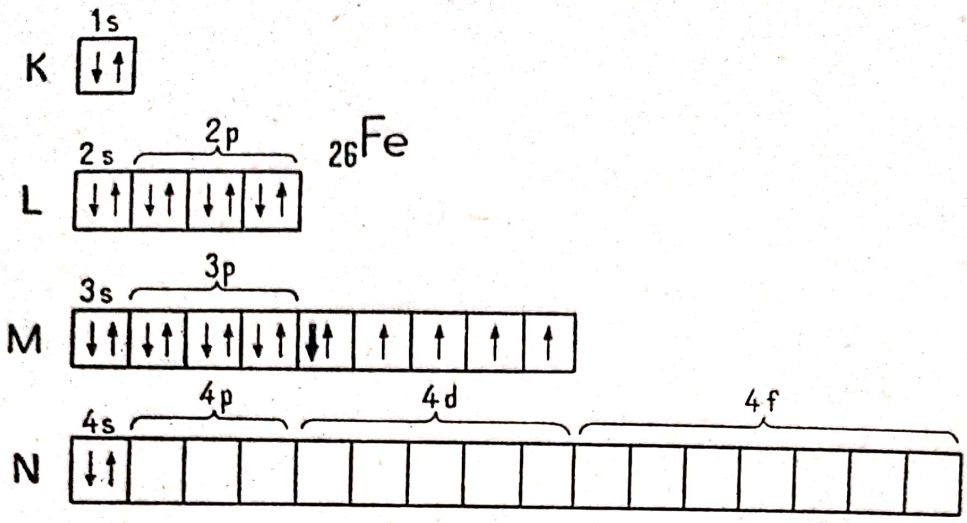


Fig. 5

tron în fiecare orbital și după ce toți orbitalii sînt ocupați în acest mod, intră și al doilea electron. Așa este cazul stratului M din atomul de Fe. Schema așezării electronilor pe straturi se vede în figura 6.

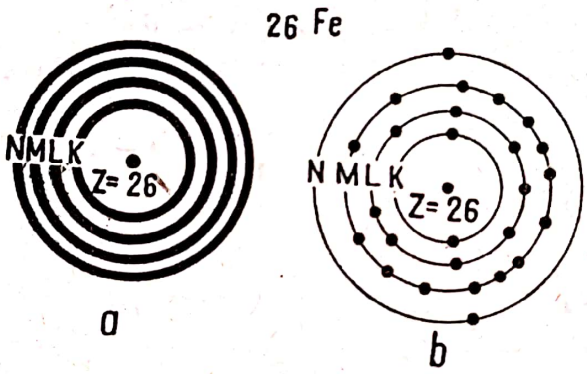


Fig. 6

Atomul prezintă moment magnetic deoarece are 4 electroni necuplați.

12.3. Care este sarcina electrică a nucleului atomic și numărul de neutroni pentru fiecare din atomii elementelor: hidrogen, fier, crom, mercur și uraniu ?

12.4. Să se efectueze reprezentarea structurii atomilor următoarelor elemente: aluminiu, carbon, sulf, magneziu și calciu. Ce apare comun la ultimele două elemente ?

12.5. Ținînd seama de poziția azotului și oxigenului în sistemul periodic al elementelor, să se arate: *a*) cîți electroni cuprinde fiecare atom; *b*) care este numărul cel mai mare de electroni ce-i poate ceda; *c*) care este numărul cel mai mare de electroni ce-i pot primi atomii lor.

12.6. Să se arate schema de formare a clorurii de magneziu și legăturile care există în această combinație.

12.7. Să se arate numărul și semnul sarcinilor electrice ale ionilor din substanțele: Fe_2O_3; $CuCl_2$; Al_2S_3; $FeCl_2$; $FeCl_3$.

12.8. Să se stabilească schemele structurale ale ionilor H^+, Cl^-, O^{2-}, Ca^{2+}, Na^+.

12.9. Câți electroni cedează sau capătă atomii și ionii de mai jos la transformările indicate de săgeți ? Să se scrie sub formă de ecuații electronice.

$$Fe \rightarrow Fe^{3+}\ ;\quad Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}\ ;\quad Mn^{4+} \rightarrow Mn\ ;$$

$$Cl \rightarrow Cl^-\ ;\quad Sb^{5+} \rightarrow Sb\ ;\quad Sb \rightarrow Sb^{3-}$$

12.10. Să se arate prin ecuații electronice procesele de formare din atomi ale următoarelor substanțe: K_2S, $FeCl_3$, Cu_2O, MgS.

12.11. Să se indice în partea cărui element se deplasează electronii în moleculele următorilor compuși:

$$PCl_3,\ NO,\ SiF_4,\ F_2O,\ CCl_4,\ CO_2$$

Să se indice valențele elementelor din acești compuși și tipurile lor.

12.12. Să se arate schemele straturilor electronice ale următorilor ioni și să se arate gazul inert cu care se aseamănă.

$$F^-,\ S^{2-},\ S^{6+},\ Sb^{5+},\ Sb^{3-}.$$

12.13. Care este numărul maxim de electroni care intră în stratul al patrulea ? Să se arate numărul de substraturi din acest strat și numărul electronilor din fiecare substrat.

12.14. Să se determine valoarea și semnul valenței elementelor: clor, mangan, crom și aluminiu din compușii:

$$KClO_3,\ KMnO_4,\ Na_2Cr_2O_7,\ KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$$

12.15. Să se arate prin calcul că valența siliciului este aceeași în următorii compuși naturali: feldspat $KAlSi_3O_8$; caolin $H_4Al_2Si_2O_9$; azbest $Mg_3H_4Si_2O_9$.

12.16. Să se scrie formulele de structură ale moleculelor substanțelor simple: F_2, O_2, H_2, O_3, și P_4 și să se arate ce fel de legătură există între atomii din moleculă.

12.17. Se dau substanțele C_2H_6 și C_2H_2, în care atomii de carbon se leagă între ei. Să se stabilească electronic legătura dintre atomii de carbon și hidrogen. Să se arate dacă molecula este polară sau nu și de ce ?

Scanned with OKEN Scanner

Substanţele care în medii cu constantă dielectrică mare sau prin topire se desfac în ioni liberi se numesc electroliţi. Astfel acizii, bazele şi sărurile, care posedă legături ionice sau polare sînt electroliţi.

Fenomenul prin care o substanţă se desface în ioni liberi la dizolvare sau topire se numeşte disociaţie electrolitică sau mai corect ionizare.

Disociaţia substanţelor în ioni este însoţită de *solvatarea* ionilor, adică de reacţia între aceştia şi moleculele polare ale mediului dizolvant.

În cazul dizolvantului „apă" folosim termenul de *hidratare.*

Procesul de ionizare-hidratare, în cazul cianurii de sodiu de exemplu, se reprezintă prin ecuaţia:

$$Na^+[CN]^- + xH_2O \leftrightarrows [Na(H_2O)y]^+ + [CN(H_2O)z]^-,$$

unde $x = y + z$.

În practică se foloseşte ecuaţia simplificată:

$$Na^+[CN]^- \leftrightarrows Na^+ + CN^-$$

În baza teoriei lui Arrhenius, care se aplică numai electroliţilor slabi disociaţia electrolitică este un proces reversibil, deoarece se stabileşte un echilibru dinamic între ioni şi moleculele nedisociate, numite molecule inactive.

Ionizarea electroliţilor este descrisă la pagina 125

Raportul dintre numărul de molecule disociate în ioni şi numărul total de molecule dizolvate se numeşte grad de disociaţie al electrolitului, sau mai corect, grad de ionizare, α.

$$\alpha = \frac{N'}{N}, \quad \text{unde } N' < N.$$

Prin diluarea soluţiei, gradul de ionizare creşte, tinzînd spre 1 cînd diluaţia tinde spre infinit (foarte mare). Gradul de ionizare se exprimă şi în procente, $\alpha\% = 100\frac{N'}{N}$, numindu-se *procent de ionizare.*

După procentul de ionizare în soluții de concentrație 0,1 N, electroliții se împart astfel :

$\alpha > 0{,}4$; electroliți tari,

$\alpha < 0{,}02$; electroliți slabi,

$0{,}02 < \alpha < 0{,}4$; electroliți intermediari (mijlocii).

Ionizarea acizilor polibazici se face în trepte. La început se desprinde un ion de hidrogen, apoi celălalt etc. Gradul de ionizare la fiecare treaptă este diferit. Se dă ca exemplu acidul ortofosforic în soluție 0,1 N :

$$H_3PO_4 + H_2O \leftrightarrows [H_3O]^+ + H_2PO_4^- \ (\alpha = 27\%)$$

$$H_2PO_4^- + H_2O \leftrightarrows [H_3O]^+ + HPO_4^{2-} \ (\alpha = 0{,}11\%)$$

$$HPO_4^{2-} + H_2O \leftrightarrows [H_3O]^+ + PO_4^{3-} \ (\alpha = 0{,}001\%)$$

Conform concepțiilor moderne, sărurile au o structură cristalină, iar în aceste cristale, unitatea structurală nu este molecula, ci ionul. Cristalele sînt formate din rețele ionice, ionii ocupînd nodurile rețelei. Deci sărurile sînt formate din ioni uniți electrostatic. În stare solidă, deși ionizarea este completă, conductibilitatea sării este foarte slabă, din cauza forțelor ionice foarte puternice. Prin dizolvarea sau topirea sării, atracțiile electrostatice slăbesc și conductibilitatea crește.

De aici rezultă că electroliții tari (cu structură ionică) în soluții apoase sînt complet ionizate. Totuși, prin determinarea experimentală a gradului de ionizare din conductibilitatea soluției, se obțin valori sub 100%.

Acest fapt se explică prin interacțiunea electrostatică dintre ioni, care micșorează activitatea ionilor și toate proprietățile soluțiilor, care depind de concentrația ionilor. Acest fenomen se manifestă ca și cum numărul ionilor din soluție ar fi mai mic decît numărul ionilor liberi care se formează în realitate la eliberarea ionilor din cristal prin dizolvare (ionizare completă a electrolitului). Prin diluarea soluției nu se mărește gradul de ionizare, ci activitatea ionilor — deoarece se mărește distanța dintre ei și scad forțele de interacțiune. De aceea, *gradul de ionizare al electroliților tari — care se stabilește experimental — nu este real, ci „aparent"*. Gradul de ionizare se poate determina prin cunoașterea presiunii osmotice, a coborîrii punctului de congelare (crioscopic) sau a ridicării punctului de fierbere (ebulioscopic) etc.

13.1. Să se arate care din lichidele enumerate mai jos conduc curentul electric și care nu și de ce : apă distilată, benzen, soluție de sare de bucătărie în apă, apă de barită, soluție de zahăr și soluție de acid sulfuric în apă.

Scanned with OKEN Scanner

Răspuns. a) Conduc curentul electric : soluția de sare de bucătărie (NaCl), apa de barită $Ba(OH)_2$ și soluția de acid sulfuric, deoarece substanțele respective sînt ionizate, iau parte la trecerea curentului electric (conductibilitatea ionică).

b) Soluția de zahăr și benzenul nu conduc curentul electric, deoarece nu cuprind ioni, avînd în moleculă numai legături covalente.

c) Apa distilată este foarte puțin ionizată și are o conductibilitate electrică foarte scăzută.

13.2. Acidul clorhidric lichid, anhidru, nu conduce curentul electric, iar soluția de acid clorhidric în apă este bună conducătoare de curent.

Cum se explică acest fenomen ?

Răspuns. HCl anhidru (lichid) nu conduce curentul electric, deoarece nu cuprinde ioni.

HCl în soluție în apă se ionizează, astfel că soluția este bună conducătoare.

13.3. Să se scrie ecuațiile ionizării în soluție apoasă ale următorilor compuși ținînd seama de hidratarea ionilor : acid clorhidric, clorură de sodiu, clorură de aluminiu.

13.4. Să se scrie ecuațiile de ionizare în soluție apoasă ale următoarelor, substanțe : H_2SO_4, H_3PO_4, $NaHCO_3$, $KClO_3$ și $KAl(SO_4)_2$.

13.5. Să se scrie ecuațiile, în cazul substanțelor care prin dizolvare în apă eliberează ionii : Ba^{2+} și NO_3^-, Al^{3+} și SO_4^{2-}, H^+, Na^+ și SO_4^{2-}, K^+ și MnO_4^-.

13.6. Care dintre substanțele enumerate mai jos dau la dizolvare în apă, ioni de clor : *a*) clorură de potasiu KCl ; *b*) sarea lui Berthollet $KClO_3$; *c*) percloratul de sodiu $NaClO_4$; *d*) țipirigul NH_4Cl ; *e*) acidul hexaclorostanic $H_2[SnCl_6]$? Cu ajutorul cărui reactiv se poate stabili existența ionilor Cl^-?

13.7. De ce soluția de iodură de potasiu, deși conține ioni de iod, nu colorează amidonul în albastru ? Dar soluția de bromură de potasiu, care conține ioni de brom, de ce nu este colorată în brun, culoare caracteristică bromului ? Cum putem face să apară aceste culori ?

13.8. Cum se explică faptul că soluția de acid clorhidric în apă are proprietăți acide, iar soluția aceleiași substanțe în benzen nu are proprietăți acide și nu conduce nici curentul electric ?

13.9. Să se scrie ecuațiile reacțiilor de ionizare ale următoarelor substanțe : acid percloric $HClO_4$, acid hipocloros HClO, fosfat monoacid de sodiu Na_2HPO_4, azotat de bismut $Bi(NO_3)_3$, arsenit de potasiu K_3AsO_3 și clorură bazică de magneziu Mg(OH)Cl.

Scanned with OKEN Scanner

13.10. Cu aparatul arătat în figura 7 s-a făcut următoarea experienţă: s-a turnat în borcanul aparatului o soluţie de hidroxid de bariu. Peste această soluţie s-a adăugat din biuretă cîte o picătură de soluţie de acid sulfuric agitîndu-se. S-a constatat că pe măsură ce se adaugă acid sulfuric, becul electric luminează din ce în ce mai slab, iar după un timp oarecare, becul se stinge complet. Din ce cauză s-a stins becul electric? Ce se întîmplă dacă se adaugă mai departe acid sulfuric? Se obţine acelaşi fenomen dacă în locul acidului sulfuric se adaugă acid clorhidric?

Să se scrie toate reacţiile care au loc şi duc la explicarea fenomenului.

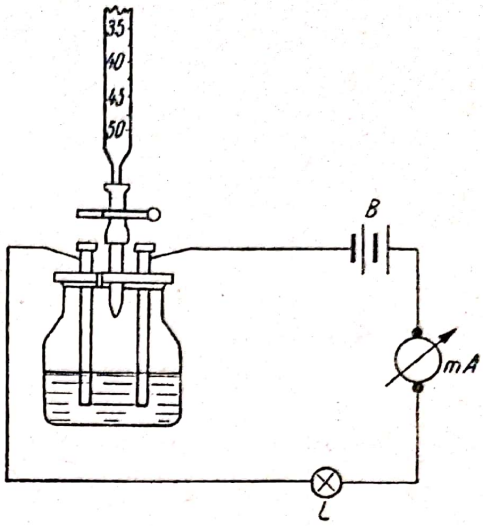


Fig. 7

13.11. Să se calculeze raportul în care trebuie luate sărurile azotatul de potasiu şi sulfatul de potasiu, ale căror soluţii în care sînt ionizate complet să cuprindă acelaşi număr de ioni de potasiu.

13.12. În ce proporţie trebuie luate sărurile sulfatul de sodiu şi sulfatul feric, pentru a obţine soluţii care să conţină ioni SO_4^{2-} în aceeaşi cantitate?

13.13. Să se calculeze conţinutul de moli de ioni de clor la litru de soluţie de acid clorhidric în soluţia de concentraţie semimolară, admiţînd disociaţia completă.

13.14. Să se calculeze cantitatea de moli de ioni din soluţia de concentraţie $\frac{M}{20}$ care rezultă la ionizarea considerată completă a sulfatului de aluminiu.

13.15. Într-o soluţie de acid fluorhidric sînt cuprinşi 0,3 moli de hidroniu şi 1,7 moli de acid fluorhidric neionizat. Să se stabilească gradul de ionizare al acidului fluorhidric în această soluţie.

Rezolvare. 1 mol HF cuprinde 1 mol de atomi de hidrogen.
Deci, la 0,3 moli de hidrogen vor corespunde 0,3 moli HF ionizaţi.
Cantitatea totală de acid dizolvată va fi:

$$1{,}7 \text{ moli} + 0{,}3 \text{ moli} = 2 \text{ moli}.$$

Gradul de ionizare va fi

$$\alpha = \frac{N' \text{ (moli ionizaţi)}}{N \text{ (moli dizolvaţi)}} = \frac{0{,}3}{2} = 0{,}15 = 15\%.$$

13.16. Acidul acetic CH_3-COOH ionizează în ioni H_3O^+ şi ioni CH_3-COO^-; 1l de soluţie $\frac{M}{100}$ acid acetic conţine $6{,}26 \cdot 10^{21}$ molecule şi ioni. Să se calculeze gradul de ionizare al acidului acetic din soluţia indicată.

Rezolvare. Formula gradului de ionizare este $\alpha = \frac{N'}{N}$.

Știm că un mol de substanță cuprinde un număr de molecule egal cu numărul lui Avogadro. În cazul nostru avem $\frac{M}{100}$, iar numărul de molecule va fi : $\frac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{100} = 6{,}02 \cdot 10^{21}$. Din aceste molecule se disociază N' molecule și rămîn nedisociate $6{,}02.10^{21} - N'$. Cele N' molecule se desfac în $2N'$ ioni, astfel că numărul total de particule în soluție (molecule și ioni) va fi dat de relația :

$$6{,}02 \cdot 10^{21} - N' + 2N' = 6{,}26 \cdot 10^{21},$$

unde

$$N' = 0{,}24 \cdot 10^{21} \text{ molecule}$$

Deci :

$$\alpha = \frac{0{,}24 \cdot 10^{21}}{6{,}02 \cdot 10^{21}} = 0{,}04 = 4\%.$$

13.17. Clorura de aluminiu $AlCl_3$ eliberează în soluție ioni de Al^{3+} și Cl^- ; 1 l de soluție $\frac{M}{10}$ de clorură de aluminiu cuprinde $18{,}022 \cdot 10^{22}$ molecule și ioni. Să se calculeze procentul de ionizare aparentă a clorurii de aluminiu din soluție.

13.18. Cîte particule (molecule și ioni) de substanță dizolvată conține 1 cm^3 soluție $\frac{M}{20}$ de clorură de magneziu $MgCl_2$, dacă gradul de ionizare aparentă în această soluție este 0,765 ?

13.19. O soluție de acid sulfuric cuprinde 2 moli de ioni hidroniu și 3 moli de acid neionizat. Să se calculeze gradul de ionizare al acidului sulfuric din soluția dată.

13.20. Soluția de clorură de sodiu de concentrație $\frac{M}{10}$ are procentul de ionizare aparent de 85,2%. Să se calculeze numărul de moli de ioni sodiu care se găsesc în 5 l din soluția dată.

13.21. Acidul acetic de concentrație $\frac{M}{100}$ are procentul de ionizare 4.2% și la concentrația $\frac{M}{10}$ procentul de ionizare este 1,4%. Să se arate în care din cele două soluții avem mai mulți ioni de hidroniu și de cîte ori.

13.22. Să se calculeze numărul total de particule cuprinse în 100 cm^3 soluție $\frac{M}{10}$ de sulfat de sodiu cu gradul aparent de ionizare $\alpha = 0{,}6$.

Scanned with OKEN Scanner

13.23. Să se calculeze numărul total de particule cuprinse în 2 l de soluție de acid fosforic $\frac{M}{20}$ ionizat în trepte, ale căror procente de ionizare sînt: $\alpha' = 27\%$, $\alpha'' = 0{,}11\%$ și $\alpha''' = 0{,}001\%$.

13.24. Să se determine concentrația ionilor K^+ și SO_4^{2-} într-o soluție $\frac{M}{20}$ de K_2SO_4, considerînd ionizarea completă a acestei sări.

Rezolvare. Cantitatea de 0,05 moli K_2SO_4 dizolvată este total ionizată. Deoarece la doi ioni K^+ corespunde un ion SO_4^{2-}, vom avea:

$$[K^+];\ n_1 c\alpha = 2 \cdot 0{,}05 \cdot 1 = 0{,}1 \frac{\text{moli ionici}}{\text{l}}$$

$$[SO_4^{2-}];\ n_2 c\alpha = 1 \cdot 0{,}05 \cdot 1 = 0{,}05 \frac{\text{moli ionici}}{\text{l}}$$

n_1 și n_2 reprezintă numărul de ioni K^+, respectiv SO_4^{2-}.

13.25. Să se calculeze concentrațiile efective ale ionilor Cl^- și Al^{3+} dintr-o soluție $\frac{M}{10}$ de $AlCl_3$, știind că procentul de ionizare aparentă a acestei sări este de 60%.

13.26. Să se determine concentrația moleculară a acidului sulfuric, știind că gradul aparent de ionizare a acidului este 0,7, iar concentrația efectivă a ionilor de hidroniu este $0{,}14 \frac{\text{moli}}{\text{l}}$.

13.27. Să se determine concentrația efectivă a ionilor Mg^{2+} și Cl^- dintr-o soluție 20% de clorură de magneziu $MgCl_2$ cu densitatea 1,16, știind că procentul aparent de ionizare este de 54%.

13.28. Să se scrie ecuațiile reacțiilor ionice care se produc între următoarele săruri: *a)* clorură ferică și azotat de argint; *b)* clorură de aluminiu și sulfat de argint. Să se arate dacă sînt reacții reversibile sau nu și de ce?

13.29. Să se scrie ecuațiile ionice ale reacțiilor care au loc între următoarele substanțe. *a)* acid sulfuric și clorură de bariu; *b)* sulfat de crom și azotat de bariu; *c)* sulfat de potasiu și hidroxid de bariu. Să se arate din ce cauză aceste reacții au loc pînă la capăt.

13.30. Să se scrie ecuațiile ionice ale reacțiilor care se produc între următoarele substanțe: *a)* fosfat de sodiu și clorură de calciu; *b)* carbonat de sodiu și sulfat de magneziu; *c)* azotat de plumb și acid clorhidric. Ce fel de reacții sînt și de ce?

Scanned with OKEN Scanner

13.31. Să se scrie ecuațiile moleculare și ionice ale reacțiilor care au loc între următoarele substanțe: *a)* sulfură de sodiu și acid sulfuric; *b)* hidroxid de bariu și acid clorhidric; *c)* acid percloric și hidroxid de calciu. Să se explice natura reacțiilor.

13.32. Se amestecă două cîte două soluțiile următoarelor săruri: Na_3PO_4, $CuSO_4$, $ZnCl_2$ și K_2S (în total șase combinații). Să se arate în care cazuri se vor produce reacții și să se scrie ecuațiile ionice ale acestor reacții. Corespunde soluției matematice ?

13.33. Să se găsească ecuațiile moleculare și reacțiile ionice complete ale reacțiilor exprimate prin ecuațiile de mai jos:

$$Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2 \downarrow$$

$$Al^{3+} + 3HO^- = Al(OH)_3 \downarrow$$

$$Cu^{2+} + S^{2-} = CuS \downarrow$$

13.34. Cum se pot realiza experimental reacțiile de mai jos și să se scrie ecuațiile moleculare și ionice:

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$$

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$$

$$Cu^{2+} + SiO_3^{2-} \rightarrow CuSiO_3$$

$$2H^+ + SiO_3^{2-} \rightarrow H_2SiO_3$$

13.35. Să se scrie ecuațiile moleculare și ionice care se produc: *a)* între clorura de aluminiu și sulfatul de argint; *b)* la neutralizarea acidului acetic cu o bază; *c)* pentru obținerea hidroxidului de crom; *d)* între acetatul de plumb și sulfatul de amoniu.

13.36. Să se scrie ecuațiile reacțiilor de hidroliză a sărurilor $AlCl_3$, K_2SiO_3, $Cu(NO_3)_2$, NH_4CN.

Să se arate reacția mediului în soluția fiecărei sări.

13.37. Să se scrie reacțiile de hidroliză pentru următoarele săruri: carbonat de sodiu, bicarbonat de sodiu, clorură stanoasă, sulfură cromică și carbonat de aluminiu.

Să se arate care dintre ele se hidrolizează ireversibil și de ce.

13.38. Se tratează carbonat de sodiu cu clorură de aluminiu. Să se scrie ecuațiile reacțiilor moleculare și ionice care au loc și să se explice de ce au decurs în modul respectiv.

13.39. Care dintre sărurile arătate mai jos sînt supuse hidrolizei:

$$CrCl_3,\ NaCN,\ NaNO_3,\ Na_3PO_4,\ CuSO_4,\ Na_2S\ ?$$

Să se scrie ecuațiile ionice corespunzătoare și să se indice reacția soluțiilor acestor săruri (acidă, neutră sau bazică).

Scanned with OKEN Scanner

Constanta de ionizare

Se consideră electrolitul AC, care ionizează după reacţia reversibilă:

$$AC \leftrightarrows A^- + C^+.$$

În soluţie vor fi ioni negativi A^-, ioni pozitivi C^+ şi molecule nedisociate AC. Acestui echilibru i se poate aplica legea acţiunii maselor, stabilită de Guldberg şi Waage: *viteza de reacţie este proporţională cu concentraţiile molare ale substanţelor care reacţionează şi echilibrul este atins cînd vitezele celor două reacţii de sens contrar devin egale.*

Se notează cu c_1 concentraţia ionilor A^-, cu c_2 concentraţia ionilor C^+ din soluţie şi cu c concentraţia moleculelor AC. De asemenea notăm cu v viteza de ionizare a moleculelor AC în ioni şi cu v' viteza de recombinare a ionilor A^- şi C^+ care dau molecule AC. La echilibru se pune condiţia ca: $v = v'$. Însă:

$$v = k_1 c \text{ şi } v' = k_2 c_1 c_2,$$

Deci:

$$k_1 c = k_2 c_1 c_2 \text{ sau } \frac{k_1}{k_2} = \frac{c_1 c_2}{c} = k,$$

k = constanta de ionizare.

Legea se mai poate enunţa astfel: *la echilibru raportul între produsul concentraţiilor substanţelor finale şi produsul concentraţiilor substanţelor iniţiale la o reacţie reversibilă este constant.* Cu cît valoarea constantei de ionizare este mai mare, cu atît ionizarea combinaţiei este mai mare. Ea este o caracteristică mai generală a electrolitului decît gradul de ionizare, deoarece nu se schimbă cu concentraţia, însă această observaţie este valabilă numai pentru electroliţii slabi.

Dacă notăm $c_1 = [A^-]$, $c_2 = [C^+]$ şi $c = [AC]$, se mai poate scrie:

$$k = \frac{[A^-][C^+]}{[AC]}$$

Relaţia dintre constanta de ionizare şi gradul de ionizare se stabileste astfel:

Se presupune 1 mol de electrolit dizolvat în V litri de apă cu gradul de disociaţie α. În soluţie vor fi $(1-\alpha)\,N$ molecule nedisociate AC; αN ioni A^- şi αN ioni C^+, în V litri de soluţie. Concentraţiile respective vor fi:

$$[A^-] = \frac{\alpha \text{ moli ionic}}{V \text{ litri}}; \quad [C^+] = \frac{\alpha \text{ moli ionic}}{V \text{ litri}}; \quad [AC] = \frac{1-\alpha}{V} \frac{\text{moli}}{\text{litri}}$$

Scanned with OKEN Scanner

Înlocuind în relația care dă constanta de ionizare, rezultă:

$$k = \frac{\frac{\alpha}{V} \cdot \frac{\alpha}{V}}{\frac{1-\alpha}{V}} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

Deoarece concentrația este inversul diluției $\left(c = \frac{1}{V}\right)$, rezultă $k = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} =$ = constanta de ionizare sau de aciditate.

Această expresie este cunoscută sub numele de *legea diluției*.

Concentrația ionilor de hidroniu dintr-o soluție se mai exprimă și în formă logaritmică.

Se numește *p*H sau exponent al ionilor de hidroniu, logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentrației ionilor de hidroniu din soluție.

$$p\text{H} = -\log a_{H^+} = \log \frac{1}{a_{H^+}} \approx -\log a_{H^+}$$

Soluția este neutră când $p\text{H} = 7$

$p\text{H} \in [0,7] \rightarrow$ soluție acidă

$p\text{H} \in [7,14] \rightarrow$ soluție bazică

13.40. Să se determine constanta de ionizare a acidului cianhidric HCN într-o soluție 0,05 M, dacă procentul de ionizare este 1,18%.

Rezolvare. Folosind formula $k = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$, rezultă:

$$k = \frac{0{,}05 - 0{,}0118^2}{1 - 0{,}0118} = 7{,}09 \cdot 10^{-7}.$$

Deoarece acidul este puțin ionizat se poate neglija α de la numitor, folosind formula aproximativă : $k = c\alpha^2$

13.41. Să se calculeze gradul de ionizare al acidului acetic, care în soluția de concentrație $\frac{M}{10}$ are constanta de disociație $1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

Rezolvare. Gradul de ionizare se scoate din formula:

$$k = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Acidul acetic fiind un electrolit slab se va folosi formula simplificată:

$$k=c\alpha^2\,;\ \alpha=\sqrt{\frac{k}{c}}=\sqrt{\frac{1{,}8\cdot10^{-5}}{0{,}1}}=10^{-2}\cdot\sqrt{1{,}8}=1{,}36\cdot10^{-2},$$

13.42. Care va fi concentraţia ionilor de hidroniu dintr-o soluţie de acid acetic de concentraţie $\frac{M}{10}$, a cărei constantă de ionizare este $1{,}8\cdot10^{-5}$?

Rezolvare. Constanta de ionizare a acidului acetic este:

$$k=\frac{[H_3O^+]\cdot[CH_3-COO^-]}{[CH_3-COOH]}.$$

Se notează conceutraţia $[H_3O^+]$ cu x. Concentraţia ionilor $[CH_3-COO^-]$ va fi tot x şi a moleculelor $[CH_3-COOH]$ va fi $0{,}1-x$. Prin înlocuire se obţine: $k=\frac{x^2}{0{,}1-x}$

Deoarece valoarea lui x este mică, se poate neglija x de la numitor

$$k=\frac{x^2}{0{,}1}\ ;\ 1{,}8\cdot10^{-5}=\frac{x^2}{0{,}1}\ ;\ x=10^{-3}\sqrt{1{,}8}\approx1{,}36\cdot10^{-3}\ \text{moli/l}$$

Problema se mai poate rezolva determinînd întîi gradul de ionizare al acidului în soluţia $\frac{M}{10}$ şi apoi se calculează concentraţia ionilor de hidroniu

$$K=c\alpha^2\,;\ \alpha=\sqrt{\frac{k}{c}}=1{,}36\cdot10^{-2}$$

$$[H_3O^+]=0{,}1\cdot1{,}36\cdot10^{-2}=1{,}36\cdot10^{-3}\ \frac{\text{moli}}{\text{l}}$$

13.43. Să se determine *p*H-ul soluţiei cu concentraţia de ioni de hidroniu de $5\cdot10^{-5}\ \frac{\text{moli}}{\text{l}}$ şi să se arate caracterul soluţiei.

Rezolvare.

$$pH=-\log\,[H_3O^+]=-\log\,5\cdot10^{-3}=\log\,10^3-$$

$$-\log\,5=3-0{,}69\,897=2{,}30\,103$$

Cum $pH<7$, soluţia are caracter acid.

13.44. Să se determine gradul de ionizare al acidului hiplocoros HClO într-o soluţie $\frac{M}{5}$, dacă constanta lui de ionizare este: $k=4\cdot10^{-8}$.

13.45. Acidul butiric monobazic ($CH_3-CH_2-CH_2-COOH$) are constanta de ionizare egală cu $1{,}5 \cdot 10^{-5}$. Să se stabilească procentul de ionizare la concentrațiile: $\frac{M}{100}$, $\frac{M}{200}$ și $\frac{M}{1\,000}$. Ce concluzie se poate trage din aceste rezultate?

13.46. Gradul de ionizare al acidului formic la concentrația $\frac{M}{10}$ este 0,032. Să se calculeze procentul de ionizare la concentrația de 0,001 M și constanta de ionizare.

13.47. O soluție are pH = 0,75. Să se calculeze concentrațiile în ion de hidroniu și hidroxil și să se arate caracterul soluției.

Scanned with OKEN Scanner

XIV. Reacţii de oxido-reducere

Noţiunilor de oxidare şi reducere se poate da o interpretare electronică.

Oxidarea. Cînd un element cedează electroni suferă fenomenul de oxidare.

Elementele care cedează electroni se numesc reducători, iar cele care primesc electroni se numesc oxidanţi.

Elementele ai căror atomi au în stratul exterior de la 1 la 3 electroni, în timpul reacţiilor chimice nu primesc, ci cedează electroni transformîndu-se în ioni pozitivi după schema:

$$R - ne^- \rightarrow R^{n+}.$$

Aceste elemente, reprezentate în special prin metale, sînt reducătoare

Reducerea este procesul prin care are loc o adiţie de electroni.

Oxidantul captează în timpul reacţiei electroni de la substanţa care se oxidează şi prin aceasta el însuşi se reduce; dimpotrivă, reducătorul pierzînd electroni se oxidează.

Deoarece electronii cedaţi de către un element se adiţionează imediat la altul, oxidarea este însoţită întotdeauna de reducere şi invers. De aceea vorbim de reacţii de oxido-reducere.

În foarte multe reacţii de oxido-reducere nu se produce însă un transfer de electroni, ci numai o deplasare a lor pentru a forma legături covalente polare. Pentru a determina cu uşurinţă şi în aceste cazuri elementul care se oxidează şi cel care se reduce, se utilizează *numerele de oxidare*, care caracterizează o anumită *stare de oxidare* a elementelor libere sau din combinaţii.

Se numeşte stare de oxidare sarcina pozitivă sau negativă pe care ar avea-o un atom într-o moleculă sau într-un ion complex, dacă molecula sau ionul complex ar fi compus din ioni monoatomici.

Exemple. $\overset{+1-1}{HCl}$; $\overset{+4-2}{SO_2}$; $\overset{+7-2}{Mn_2O_7}$

Elementele libere au starea de oxidare zero.

$\overset{0}{Na}$; $\overset{0}{H}$; $\overset{0}{P}$

Exemple.

Se poate spune că *în cazul oxidării crește, iar în cazul reducerii descrește valoarea algebrică al numărului de oxidare.*

Exemple. Oxidări

$\overset{0}{Fe} \longrightarrow \overset{+2}{Fe}$

$\overset{+2}{Fe} \longrightarrow \overset{+3}{Fe}$

$\overset{+4}{SO_2} \longrightarrow \overset{+6}{SO_3}$

Reduceri

$\overset{+4}{Sn} \longrightarrow \overset{+2}{Sn}$

$\overset{+2}{Sn} \longrightarrow \overset{0}{Sn}$

$\overset{0}{S} \longrightarrow \overset{-2}{S}$

Elemente oxido-reducătoare sînt acelea ai căror atomi au în stratul exterior 4, 5, 6, 7 electroni. Ele se pot reduce primind electroni pînă la completarea octetului, fiind oxidanți, sau pot ceda electroni, fiind reducători (excepție fac oxigenul și fluorul care sînt numai oxidanți, deoarece atomii lor nu formează ioni pozitivi).

Exemplu. $R + 2e^- \rightarrow R^{2-}$ ca oxidant, $R - 6e^- \rightarrow R^{6+}$ ca reducător.

Gazele rare avînd 8 electroni pe ultimul strat (heliul 2) nu primesc și nici nu cedează electroni.

Pînă de curînd s-a considerat că gazele rare nu pot da combinații chimice. Însă în 1962 Bartlett a arătat că xenonul formează un complex cu hexafluorură de platină, $Xe[PtF_6]$. Mai tîrziu s-a arătat că Xe și Kr se combină relativ ușor cu florul.

La stabilirea ecuațiilor reacțiilor de oxido-reducere, trebuie să se stabilească, în primul rînd, reducătorul și oxidantul și numărul de electroni primiți sau cedați de acesta, sau cînd nu se petrece un schimb de electroni, modificarea numărului de oxidare.

Exemple de reacții.

a. Să considerăm reacția la formarea sulfurii feroase.

$$Fe + S \xrightarrow{\text{încălzire}} FeS$$

Atomul de fier are 2 electroni pe ultimul strat pe care-i cedează, oxidîndu-se, trecînd de la numărul de oxidare 0 la +2

$$\overset{0}{Fe} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Fe} \quad \text{(oxidare)}$$

Sulful are 6 electroni pe ultimul strat și primește 2 de la fier, reducîndu-se trecînd de la numărul de oxidare 0 la −2.

$$\overset{0}{S} + 2e^- \rightarrow \overset{-2}{S} \quad \text{(reducere).}$$

Deci :

$$\overline{\overset{|\,2e^-\downarrow}{Fe}+S}=Fe^{2+}\ S^{2-}$$

b. Reacţia dintre fier şi sulfatul de cupru în soluţie.

Deoarece fierul are un potenţial de electrod mai mic decît cuprul, cedează cei 2 electroni ai săi ionului de cupru. Astfel, fierul se oxidează, iar ionul de cupru se reduce.

$$\overline{\overset{|\,2e^-\downarrow}{Fe}+Cu^{2+}}+SO_4^{2-}=Fe^{2+}+\overset{0}{Cu}+SO_4^{2-}.$$

Stabilirea ecuaţiilor reacţiilor de oxido-reducere

Să considerăm oxidarea acidului sulfuros cu apa de iod.

$$\overset{+4}{H_2SO_3}+\overset{0}{I_2}\rightarrow\overset{+6}{H_2SO_4}+\overset{-1}{HI}$$

Schema reacţiei arată că sulful a trecut de la numărul de oxidare +4 la +6, oxidîndu-se. Iodul a trecut de la numărul de oxidare 0 la −1, reducîndu-se. Am stabilit astfel oxidantul şi reducătorul.

Să trecem la stabilirea egalităţii chimice.

Exprimînd procesele care au loc prin ecuaţii electronice, se stabilesc coeficienţii formulelor oxidantului şi reducătorului.

$$S^{4+}-2e^-\rightarrow S^{6+}$$

$$I_2+2e^-\rightarrow 2I^-$$

De aici observăm că pentru oxidarea unei molecule de acid sulfuro este nevoie de o moleculă de iod şi rezultă două de acid iodhidric.

$$H_2SO_3+I_2\rightarrow H_2SO_4+2HI$$

Calculînd numărul de atomi de hidrogen în ambele părţi, rezultă că în reacţie trebuie să ia parte o moleculă de apă. Egalitatea va fi :

$$H_2SO_3+I_2+H_2O=H_2SO_4+2HI$$

14.1. Se dau egalităţile :

a) $Fe_2O_3+3H_2=2Fe+3H_2O$

b) $ZnO+C=Zn+CO$

c) $14\ HCl+K_2Cr_2O_7=7H_2O+2KCl+2CrCl_3+3Cl_2$

Să se arate:

1) ce element se oxidează şi ce element se reduce;

2) care este oxidantul şi care este reducătorul;

3) că numărul electronilor cedaţi de reducători este egal cu numărul electronilor primiţi de oxidanţi.

Rezolvare.

1) În reacţia *a)*, fierul trece de la numărul de oxidare (N.O.) +3 la fierul metalic cu numărul de oxidare 0, reducîndu-se. Hidrogenul trece de la legătura covalentă (nepolară) la legătura polară de la N.O. zero la +1.

În reacţia *b)*, zincul trece de la numărul de oxidare +2 la 0 fiind redus, iar carbonul de la 0 la +2, oxidîndu-se.

În reacţia *c)*, hidrogenul păstrează N.O. +1, potasiul +1 şi oxigenul −2; 6 atomi de clor trec de la N.O −1 la 0, fiind oxidaţi. Cei 2 atomi de crom trec de la N.O +6 la +3, prin reducere.

2) În reacţia *a)*, oxidant este fierul, deoarece captează electronii, iar hidrogenul, reducătorul:

$$\overset{\downarrow 6e^-}{Fe_2O_3} + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O.$$

În reacţia *b)*, zincul este oxidantul şi carbonul reducătorul

$$\overset{\downarrow 2e^-}{ZnO} + C = Zn + CO$$

În reacţia *c)*, oxidantul este $K_2Cr_2O_7$, şi anume cromul, care trece de de la N.O. +6 la +3, iar reducătorul este acidul clorhidric, unde o parte din atomii de clor trec de la N.O. −1 la 0.

3) În reacţiile de mai sus, schimburile de electroni sînt:

a) $2(+3) + 3(-2) + 6(0) = 2(0) + 6(+1) + 3(-2)$

$$\overset{\overset{6e^-}{\downarrow +3 \quad 0}}{2Fe} + 3H_2 \rightarrow \overset{0}{2Fe} + \overset{+1}{6H}$$

b) $$\overset{\overset{2e^-}{\downarrow +2 \quad 0}}{Zn} + C \rightarrow \overset{0}{Zn} + \overset{+2}{C}$$

c) $$\overset{-1}{6Cl} + \overset{+6}{2Cr} \rightarrow \overset{0}{3Cl_2} + \overset{+3}{2Cr}$$

14.2. Se dau egalităţile:

$$2KCl + Br_2 = 2KBr + Cl_2$$

$$2NaBr+Cl_2=2NaCl+Br_2$$

$$ZnSO_4+Cu=CuSO_4+Zn$$

$$2AgNO_3+Zn=Zn(NO_3)_2+2Ag$$

Să se arate:

a) Care din reacțiile menționate sînt posibile și care nu, și de ce;

b) Pentru reacțiile posibile mecanismul care are loc. Să se scrie ecuațiile electronice.

14.3. Să se arate care din procesele de mai jos sînt de oxidare și care de reducere și să se completeze cu electronii care sînt adiționați sau cedați

$$\overset{0}{Br}\rightarrow Br^-\ ;\ S^{4+}\rightarrow S^{6+}\ ;\ \overset{0}{Ca}\rightarrow Ca^{2+}\ ;\ Sn^{2+}\rightarrow Sn^{4+}\ ;$$

$$Ni^{3+}\rightarrow Ni^{2+}\ ;\ S^{2-}\rightarrow \overset{0}{S}\ ;\ P^{3+}\rightarrow P^{5+}$$

14.4. Să se indice și să se motiveze care din reacțiile de mai jos sînt de oxido-reducere.

$$HClO_3+NaOH=NaClO_3+H_2O$$

$$P_2O_5+H_2O=2HPO_3$$

$$Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2\uparrow$$

$$AlCl_3+3KOH=Al(OH)_3\downarrow+3KCl$$

14.5. Să se scrie sarcinile tuturor ionilor pentru compușii de mai jos care au structuri ionice și să se determine proprietățile oxido-reducătoare ale ionilor sau elementelor subliniate:

$$\underline{H}\underline{Br}\ ;\ \underline{K_2}\underline{S}O_4\ ;\ H\underline{Cl}O_4\ ;\ K_2\underline{Cr_2}O_7\ ;\ Na_2\underline{S}\ ;\ \underline{Mn}O_2.$$

14.6. Să se studieze reacțiile de oxido-reducere arătate mai jos, să se indice pentru fiecare din ele deplasările electronilor de care sînt însoțite și să se arate care sînt oxidanții și care sînt reducătorii:

$$2KClO_3=2KCl+3O_2\uparrow$$

$$C+2H_2SO_4=CO_2\uparrow+2SO_2\uparrow+2H_2O$$

$$6HCl+KClO_3=3Cl_2\uparrow+3H_2O+KCl$$

$$Mg+2H_2O=Mg(OH)_2+H_2\uparrow$$

14.7. Ținînd seama de structura atomilor, să se arate dacă ionii:

Na^+, Al^{3+}, Br^-, Sn^{2+}, Cu^{2+}, S^{2-} pot figura în reacții ca reducători și să se motiveze de ce.

14.8. Să se stabilească ecuațiile complete ale reacțiilor următoare, care se desfășoară după schemele:

$$FeSO_4+KMnO_4+H_2SO_4\rightarrow Fe_2(SO_4)_3+MnSO_4+K_2SO_4+H_2O$$

$$H_2S+H_2SO_3\rightarrow S+H_2O$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru fiecare reacție se va indica : *a*) cine se oxidează și cine se reduce ; *b*) care substanță (și care anume dintre ionii sau atomii care intră în compoziția ei) este oxidant și care este reducător ; *c*) cum se schimbă numerele de oxidare în urma reacției.

14.9. Să se scrie ecuațiile complete ale reacțiilor de mai jos :

$$Ag + HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO + H_2O$$

$$Br_2 + NaOH \rightarrow NaBrO_3 + NaBr + H_2O$$

$$CaOCl_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + Cl_2$$

De asemenea se va răspunde la toate întrebările cuprinse în problema precedentă.

14.10 Se face electroliza unei soluții de sulfat de potasiu cu electrozi insolubili.

Să se arate procesele de oxido-reducere care însoțesc reacțiile principale și secundare ce se produc prin electroliză.

Scanned with OKEN Scanner

XV. Electrochimia II
(Electroliza)

Electroliza este fenomenul fizico-chimic de mișcare dirijată a ionilor prezenți în soluția sau în topitura electrolitului și depunerea continuă pe electrozi cu formare de substanțe noi.

Descărcările ionilor pe electrozi constituie reacțiile electro-chimice principale sau primare la electroliză, care sînt reacțiile de oxido-reducere. Pot avea loc și reacții secundare, care sînt :

a) Polimerizarea particulelor primare. Acesta este cazul celor mai multe gaze, care se unesc la electrod într-un dimer; $H+H \rightarrow H_2\uparrow$; $Cl+Cl \rightarrow Cl_2\uparrow$ care apoi se degajă sub formă de gaze. În această grupă intră și formarea unui depozit metalic la catod (rețea cristalină).

b) Descompunerea particulelor primare. Se produce de obicei la anod, unde se descarcă ionii radicalilor acizi.

Exemplu.

$$CH_3-COO^- - e^- \rightarrow CH_3COO$$

$$2CH_3-COO \rightarrow CH_3-CH_3+2CO_2$$

$$SO_4^{2-} - 2e^- \rightarrow SO_4\,;\quad SO_4 \rightarrow SO_3+O\,;\quad O+O \rightarrow O_2\uparrow$$

c) Atacul electrozilor. Se întîmplă cînd se folosesc anozi solubili de metale impure în scopul rafinării electrochimice. De exemplu, la electroliza soluției de sulfat de cupru cu anod de cupru impur, în soluție se găsesc ioni care provin din :

$$Cu^{2+}\ SO_4^{2-} \xrightarrow{\text{dizolvare}} Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$

$$H_2O+H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HO^-$$

Lucrînd cu o anumită tensiune de electroliză, se admite că la catod se depun ionii Cu^{2+} și H_3O^+, iar la anod HO^-.

Reacţiile care au loc sînt :

1° principale :

la catod $\begin{cases} Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \\ H_3O^+ + e^- \rightarrow H_2O + H \end{cases}$

la anod $HO^- \rightarrow HO + e^-$

2° secundare :

la catod atomii de cupru formează reţeaua cristalină de cupru cu legătura metalică sau se depun pulverulent şi $H + H \rightarrow H_2 \uparrow$

la anod

$$HO + HO \rightarrow H_2O + O$$

$$Cu + O \rightarrow CuO$$

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$$

anodul dizolvîndu-se.

Se poate considera că la oxidarea anodului se formează şi Cu_2O.

Electrozi neatacabili sînt cei de : Au, Pt, Pt–Ir etc.

d) *Acţiunea asupra solventului.* La electroliza unui sulfat alcalin, de exemplu K_2SO_4, soluţia din jurul catodului se îmbogăţeşte în KOH şi cea din jurul anodului în H_2SO_4, iar la electrozi se degajă H_2 şi O_2. De fapt, aceste reacţii secundare sînt de natură pur electrochimică, deoarece ionii apei, H_3O^+ şi HO^- rezultaţi prin ionizare se descarcă pe electrozi înainte de K^+ şi SO_4^{2-}, la potenţiale mai mici.

e) *Acţiunea asupra electrolitului.* De exemplu, la electroliza soluţiei de acid azotic: $4H_2 + HNO_3 = NH_3 + 3H_2O$ etc.

f) *Interacţiunea dintre produsele primare şi cele rezultate prin reacţii secundare.* De exemplu, prin electroliza soluţiei de clorură de sodiu se pot obţine: hipoclorit, clorat şi perclorat.

Aceste reacţii stau la baza industriei electrochimice.

Legile electrolizei au fost stabilite de Faraday şi sînt :

1°. *Cantitatea de substanţă depusă la electrod este direct proporţională cu intensitatea curentului care traversează soluţia şi cu timpul de trecere* :

$$m = kIt = kQ \qquad (1)$$

$Q = It$ = cantitatea de electricitate

$k = \frac{m}{Q}$ = echivalentul electrochimic.

Echivalentul electrochimic este cantitatea de substanță depusă la electrod de cantitatea de electricitate de 1 coulomb.

El se exprimă în : $\frac{g}{C}$ sau $\frac{mg}{C}$.

2°. *Echivalenții electrochimici sînt proporționali cu echivalenții lor chimici. Echivalentul chimic este masa atomică raportată la valență* $\left(\frac{A}{n}\right)$, *deci :*

$$k = c\frac{A}{n} \tag{2}$$

c = constantă a cărei valoare stabilită prin măsurători este $1{,}036 \cdot 10^{-5} \approx \approx \frac{1}{96\,500}\,C^{-1}$.

Reunind cele două formule, se obține formula generală

$$m = \frac{1}{96\,500}\,\frac{A}{n}\,It \text{ grame.} \tag{3}$$

Pentru a se depune un echivalent-gram $\left(\frac{A}{n}\right)$ de substanță la electrod, sau să se descompună un echivalent-gram de electrolit, avem nevoie de o cantitate de electricitate de 96 500 de coulombi, cum rezultă din formula (3) sau :

96 500 coulombi = 96 500 amperi · s = $\frac{96\,500}{3\,600}$ A · h = 26,8 A · h = 1 faraday (1 F).

15.1. Prin apă acidulată se trece un curent de 1 000 A timp de două ore. Să se calculeze :

a) cantitățile de hidrogen și oxigen rezultate,

b) volumul total de gaze,

c) consumul de energie în kWh pe m^3 H_2 și pe m^3 O_2, dacă tensiunea folosită este de 2 V.

Rezolvare.

a) Cantitatea de electricitate consumată în două ore este :

$$Q = I \cdot t = 1\,000 \text{ A} \cdot 2\text{h} = 2\,000 \text{ Ah.}$$

Un echivalent-gram de H_2, adică 1 g (exact 1,008 g) este eliberat de 96 500 coulombi = 26,8 Ah.

Dacă 26,8 Ah eliberează 1 g H_2
2 000 Ah eliberează x

$$x = \frac{2\,000}{26{,}8} = 74{,}6 \text{ g hidrogen}$$

Un echivalent-gram de oxigen $= \frac{A}{n} = \frac{16}{2}$ g $= 8$ g

26,8 Ah eliberează 8 g O_2
2 000 Ah eliberează y

$$y = \frac{2\,000 \cdot 8}{26,8} = 596,8 \text{ g oxigen.}$$

Cantităţile de hidrogen şi oxigen se pot stabili şi cu formula dată de legile lui Faraday :

$$m_{H_2} = \frac{1}{96\,500} \cdot \frac{1}{1} \cdot 1\,000 \cdot 2 \cdot 3\,600 = 74,6 \text{ g de hidrogen}$$

$$m_{O_2} = \frac{1}{96\,500} \cdot \frac{16}{2} \cdot 1\,000 \cdot 2 \cdot 3\,600 = 596,8 \text{ g oxigen.}$$

b) Volumul gazelor se calculează avînd în vedere că 1 mol de gaz la 0°C şi 76 cm Hg ocupă un volum de 22,4 l.

2 g hidrogen ocupă volumul de 22,4 l.
74,6 g hidrogen va ocupa volumul x

$$x = \frac{74,6 \cdot 22,4}{2} = 835,52 \text{ l } H_2.$$

Deoarece raportul volumelor de H_2 şi O_2 rezultate la electroliza apei este $\frac{2}{1}$, volumul oxigenului este :

$$\frac{835,52}{2} = 417,76 \text{ l oxigen.}$$

c) Energia consumată este :

$$W = U \cdot I \cdot t = 2\text{V} \cdot 1\,000 \text{ A} \cdot 2 \text{ h} = 4\,000 \text{ W} \cdot \text{h} = 4 \text{kWh}$$

Pentru 0,83 552 m^3 H_2 se consumă 4 kWh
Pentru 1 m^3 H_2 se va consuma x

$$x = \frac{4}{0,83552} = 4,78 \frac{\text{kWh}}{m^3 H_2}.$$

Pentru oxigen consumul va fi dublu, adică :

$$4,78 \cdot 2 = 9,56 \frac{\text{kWh}}{m^3 O_2}.$$

15.2. Se face electroliza unei soluţii de sulfat de sodiu în care s-a introdus puţină soluţie de turnesol. Cum se va colora lichidul la cei doi electrozi ?

Cum se va schimba culoarea dacă se schimbă polii ? Din ce cauză schimbarea culorii nu se produce imediat ? Să se scrie reacţiile principale şi secundare care au loc.

15.3. Într-o baie cu electrozi de cupru se face electroliza unei soluţii diluate de sulfat de potasiu. Se constată că la unul dintre electrozi, lichidul s-a colorat în albastru. Să se arate la care dintre electrozi apare această culoare şi de ce. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor care au loc.

15.4. Prin soluţia de sulfat de cupru în care sînt introduşi 2 electrozi de cărbune se trece un curent electric pînă la depunerea totală a cuprului. Ce proces a avut loc la anod şi la catod şi ce conţine lichidul rămas ?

15.5. Cîţi faraday sînt necesari pentru a depune un echivalent-gram de fier din sulfatul feric ? Dar pentru un mol de fier atomic ?

15.6. Prin apă acidulată cu acid sulfuric se trece un curent electric cu intensitatea de 1,2 A. Rezultă 60 cm^3 amestec exploziv la temperatura de 27°C şi presiunea barometrică de 750 torri şi care conţine vapori de apă cu presiunea de 20 mm Hg. Să se calculeze în cît timp s-a făcut electroliza şi care este consumul de electricitate.

15.7. Printr-o soluţie de sulfat de cupru se trece un curent electric cu intensitatea 0,5 A timp de 3 ore. Să se calculeze cîte grame de acid sulfuric rezultă în soluţie.

15.8. Prin electroliza a 200 cm^3 soluţie de sulfat de cupru s-a depus tot cuprul în cantitate de 3,175 g şi electroliza a mai continuat 10 minute. Cîţi echivalenţi-gram de acid sulfuric cuprinde soluţia după încetarea electrolizei şi care este molaritatea soluţiei ? (Cu=63,5). Se consideră densitatea soluţiei egală cu unitatea.

15.9. În cît timp se va depune tot argintul din 200 cm^3 soluţie de azotat de argint în concentraţie 2,5% şi densitate 1,01 dacă intensitatea curentului este 0,2 A şi randamentul de curent 90% ?

15.10. În timpul electrolizei unei soluţii de clorură de sodiu s-au degajat la anod 448 l de clor în condiţii normale. Ce fel de gaz şi în ce cantitate a rezultat în acelaşi timp la catod ?

15.11. Prin electroliza unei soluţii de sulfat de cupru, la anod s-au degajat în condiţii normale 448 cm^3 de oxigen. Ce cantitate de sulfat de cupru a fost descompusă prin electroliză ?

15.12. Prin trecerea aceleiaşi cantităţi de electricitate prin soluţiile de azotat de argint şi azotat de crom, în prima soluţie s-a depus la catod 1,2 g argint. Să se calculeze cantitatea de crom care se va depune la catod în a doua soluţie.

15.13. Care este echivalentul-gram al bismutului dacă pentru depunerea a 10 g bismut din soluţia de $BiCl_3$ trebuie să treacă prin soluţie 13 850 C ?

Scanned with OKEN Scanner

15.14. Pentru obținerea cloratului de potasiu se supune la electroliză o soluție fierbinte de KCl. Să se scrie toate ecuațiile reacțiilor principale și secundare care au loc în timpul electrolizei și să se calculeze cantitatea de clorat de potasiu ce se obține, dacă se trec prin soluție 193 000 coulombi, iar randamentul în sare este de 60%.

15.15. Cît fier se separă în două băi galvanice în serie, dacă se lasă să treacă un curent de 1 A timp de două ore, dacă una din băi conține o soluție de sulfat feros, iar cealaltă o soluție de sulfat feric ?

15.16. Într-o cuvă electrolitică se găsesc 500 cm^3 soluție de acetat de sodiu cu concentrația $\frac{M}{2}$. Dacă prin soluție se trece un curent de 2 A timp de 50 de minute, să se calculeze :

a) volumul gazelor care se formează la anod ;

b) volumul gazului care se degajă la catod ;

c) concentrația soluției la sfîrșitul electrolizei, dacă anodul este despărțit de catod (Se consideră condițiile normale).

Scanned with OKEN Scanner

XVI. Sistemul periodic al elementelor

Dependența proprietăților elementelor de structura atomilor. Mendeleev a stabilit legea periodicității, care arată că proprietățile elementelor sînt funcții periodice ale maselor lor atomice. În baza acestei legi el a reușit să clasifice toate elementele cunoscute în acea vreme.

După concepțiile moderne, proprietățile elementelor chimice sînt determinate de structura atomilor. În sistemul periodic elementele sînt așezate în ordinea crescătoare a sarcinilor nucleare ale atomilor, date de numerele de ordine Z (număr atomic).

Sistemul este alcătuit din șiruri orizontale, numite perioade, care sînt în număr de 7, și din 8 șiruri verticale, numite grupe.

Numărul elementelor în perioade este :

Perioada 1 cuprinde 2 elemente (cea mai scurtă).

Perioadele a 2-a și a 3-a cuprind cîte 8 elemente (scurte).

Perioadele a 4-a și a 5-a cuprind cîte 18 elemente (lungi).

Perioada a 6-a cuprinde 32 elemente (cea mai lungă).

Perioada a 7-a cuprinde 6 elemente naturale și încă 12 elemente obținute pe cale artificială.

Prin creșterea sarcinilor pozitive din nucleu, va crește atît numărul de electroni cît și numărul straturilor electronice (acest lucru se poate urmări în tabelul de la sfîrșitul cărții).

Numărul total de straturi electronice din atom este egal cu numărul perioadei în care se află elementul.

Proprietatea caracteristică a metalelor este capacitatea lor de a ceda ușor electroni exteriori, trecînd în ioni încărcați pozitiv. Din contră, nemetalele au tendința de a capta mai ușor electroni, trecînd în ioni negativi.

În perioade, cu creșterea numărului de ordine scade caracterul metalic al elementului și crește cel metaloidic (nemetalic). Elementele tranziționale și gazele rare nu se supun acestei reguli.

Scanned with OKEN Scanner

Perioadele încep cu un metal tipic și se termină cu un metaloid (nemetal) și apoi cu un gaz rar.

Sistemul cuprinde 8 subgrupe principale notate I *a* —VII *a* și 8 subgrupe secundare, intercalate între subgrupele II *a* și III *a*, notate I *b* —VIII *b*.

După felul subgrupelor, principale sau secundare, elementele care le aparțin se numesc *principale*, respectiv *tranziționale*. Subgrupa principală VIII *a* cuprinde gazele monoatomice (rare). Subgrupele secundare sînt alcătuite din cîte 3 elemente cu excepția subgrupei secundare III *b* care cuprinde 32 elemente și a subgrupei VIII *b* care este formată din 9 elemente.

Căsuțele în care se află elementele subgrupelor principale sînt haşurate, iar căsuțele elementelor tranziționale sînt nehaşurate.

În limitele fiecărei subgrupe, de sus în jos, o dată cu creșterea numărului de ordine, crește numărul straturilor electronice din atom. În acest mod, electronii exteriori se îndepărtează de nucleu și atracția lor de către acesta va fi mai slabă. Ei se vor putea rupe mai ușor de atom, crescînd astfel proprietățile metalice și scăzînd cele nemetalice.

Ținînd seama de indicațiile de mai sus, se poate stabili numărul straturilor electronice și structura lor, poziția elementului în tabel și proprietățile sale fundamentale, dacă se indică numărul de ordine *Z*.

Exemplu. Să se arate pentru elementele din grupa II *a*:

a) cum variază electropozitivitatea elementelor și de ce;

b) formula generală a oxizilor superiori și a hidrurilor;

c) proprietățile generale ale oxizilor în reacțiile lor cu apa.

Rezolvare.

a) Elementele din grupa II-*a* sînt metale (alcalino-pămîntoase), fiind plasate spre începutul perioadelor.

Toate au cîte doi electroni de valență pe care îi cedează, dînd combinații ionice, cu excepția primului (Be) care dă și combinații covalente.

Beriliul face parte din perioada a doua și are două straturi electronice, la celelalte elemente numărul de straturi creste progresiv cu cîte unul.

Astfel electropozitivitatea crește de la Be la Ra, care este cel mai electropozitiv din grupă.

b) Be reacționează foarte slab cu apa și cu oxigenul, reactivitatea crescînd la celelalte elemente ale grupei de sus în jos, cu creșterea masei atomice, respectiv a lui *Z*.

Formula generală a oxizilor este:

$$RO \text{ sau } R^{2+}O^{2-},$$

iar a hidrurilor: RH_2.

c) Toți oxizii acestor elemente sînt pulberi sau mase albe.

Sînt oxizi bazici, cu excepția BeO, care este amfoter.

BeO nu este solubil în apă și nu reacționează cu ea. La ceilalți oxizi reacția de hidratare crește cu electropozitivitatea, fiind exotermă.

$$RO + H_2O \rightarrow R(OH)_2$$

Solubilitatea și bazicitatea hidroxizilor crește cu electropozitivitatea, de la Be la Ba.

16.1. Să se arate și să se motiveze, după așezarea în sistemul periodic, la care din elementele : bor sau aluminiu se manifestă proprietățile metalice mai accentuate. Dar proprietățile nemetalice pentru elementele Br și I ?

16.2. Să se arate care din elementele siliciu și clor au caracter de nemetal mai pronunțat și cum se motivează după așezarea în sistemul periodic.

16.3. Să se stabilească formula oxidului superior al clorului și compusului cu hidrogenul. După poziția clorului în sistemul periodic să se arate ce însușiri au substanțele respective.

16.4. Ținînd seama de poziția arsenului în sistemul periodic, să se stabilească :

a) Valența maximă și cea minimă.

b) Formula oxidului superior și, dacă este oxid acid, formula acidului.

c) Formula compusului cu hidrogenul și stabilitatea acestuia.

16. 5. Cuprul în combinații are și valența 2. După poziția lui în sistemul periodic, ce valență mai are și care sînt formulele compușilor cu oxigenul ?

16.6. Care sînt hidroxizii oxizilor elementelor carbon și plumb și care sînt proprietățile acestor hidroxizi ?

16.7. Care este metalul cel mai activ și nemetalul cel mai activ și ce locuri ocupă în sistemul periodic ?

16.8. Să se stabilească pe baza poziției cromului în sistemul periodic formula anhidridei cromice și a acidului cromic.

16.9. Pentru care elemente este caracteristică formarea compușilor gazoși cu hidrogen ? În care grupe ale sistemului periodic se află aceste elemente ? Să se arate care dintre combinațiile hidrogenate formate au însușiri acide.

16.10. Hidrogenul formează cu multe metale compuși solizi care se numesc hidruri, în care valența lui este (1 —). Să se scrie formulele hidrurilor de : sodiu, calciu, aluminiu, și staniu.

16.11. Trei elemente X, Y și Z, ca și elementul cel mai răspîndit în scoarța pămîntului aparțin aceleeași perioade. Valența pozitivă superioară a elementului X este egală cu valența lui negativă. Elementul Y este nemetal și formează cu elementul X un compus în care pentru un atom al elementului

X revin 4 atomi de element Y. Elementul Z reacționează energic cu elementul Y și formează un compus în care pentru un atom al elementului Y revine un atom al elementului Z. Care sînt elementele notate prin X, Y și Z ?

16.12. Trei elemente X, Y și Z aparțin aceleiași grupe. Compusul elementului bivalent X cu hidrogenul conține 11,1% hidrogen, și în condiții normale se află în stare lichidă. Elementul Y formează cu elementul X doi compuși, în care 50% (în primul) și 60% (în al doilea) îl formează elementul X. Elementul Z care aparține perioadei următoare nu formează cu hidrogenul compuși. Care sînt elementele notate prin X, Y și Z ? Care este formula compusului elementului Z cu elementul X, în care elementul Z manifestă valență pozitivă superioară ?

16.13. Să se stabilească, folosind sistemul periodic al elementelor, care este nemetalul al cărui compus cu hidrogenul conține cel mai mare procent de hidrogen și cît ?

16.14. Să se arate care dintre elementele grupelor a IV-a și a V-a formează cu hidrogenul compuși mai ușori decît aerul ?

16.15. Elementul al cărui oxid superior corespunde formulei R_2O_5 dă cu hidrogenul un compus gazos, care conține 3,85% hidrogen. Care este acest element ?

Scanned with OKEN Scanner

XVII. Hidrogenul

17.1. Să se arate care dintre metalele indicate mai jos pot fi folosite la prepararea hidrogenului prin tratare cu acid clorhidric : Cu, Al, Fe, Mg și Hg. Care dintre aceste metale dă cea mai mare cantitate de hidrogen, dacă se folosește cîte 1 g din fiecare metal ?

17.2. Se tratează zinc cu acid clorhidric pentru prepararea hidrogenului. În acest scop s-au folosit 35 g de zinc impur, obținîndu-se 1 g de hidrogen. Care a fost puritatea zincului folosit ?

17.3. Pentru umplerea aerostatelor cu hidrogen se utiliza uneori reacția dintre hidrura de calciu CaH_2 și apă. Cîte kilograme de hidrură de calciu sînt necesare pentru a umple cu hidrogen un balon de 80 m^3 (în condițiile normale) ?

17.4. Într-un aparat Kipp s-a introdus zinc granulat pur și acid sulfuric. Din reacție au rezultat 18 g de hidrogen. Care a fost cantitatea de zinc, știind că după reacție au mai rămas 130 g de zinc metalic ? (Zn = 65,38).

17.5. Să se determine cantitatea de Fe_3O_4 care rezultă la trecerea vaporilor de apă peste fier înroșit, dacă se obțin 40 m^3 hidrogen în condiții normale. Cît fier se găsește în cantitatea de Fe_3O_4 rezultată ?

17.6. Să se determine densitatea absolută și relativă a hidrogenului, considerînd masa atomică egală cu unitatea.

17.7. Cîți litri de hidrogen sînt necesari pentru a reduce complet 100 g de trioxid de fier, dacă densitatea hidrogenului este : $\rho = 0{,}089$ g/l ?

17.8. Se reduc 50 g de oxid de cupru (CuO) cu hidrogen. Se cere : *a*) Să se scrie ecuația reacției. *b*) Să se calculeze masa și volumul hidrogenului necesar reducerii complete.

17.9. Un cilindru de oțel cu capacitatea de 30 l cuprinde hidrogen la presiunea de 72,31 at și temperatura de 17°C, care se folosește la flacăra oxihidrică pentru sudura autogenă. Să se calculeze cîtă apă a fost descompusă prin electroliză pentru obținerea hidrogenului din cilindru și ce cantitate de căldură rezultă la arderea întregii cantități de hidrogen, dacă $q = 68\ 310 \frac{cal}{mol}$.

Scanned with OKEN Scanner

1. Nemetalele grupei a VII-a principale. Halogenii

a. Fluorul și compușii lui

18.1. În compusul fluorului cu oxigenul, pentru 8 părți de oxigen revin 19 părți de fluor. Care este formula acestui compus? Ce valențe au fluorul și oxigenul aici?

18.2. Ce cantitate de acid fluorhidric exprimată în grame și în litri rezultă la tratarea a 15,6 g de fluorină cu acid sulfuric?

18.3. Într-un vas de sticlă care conține urme de apă se găsește un litru de fluor considerat în condițiile normale. Ce cantitate de bioxid de siliciu din sticlă va fi atacată?

b. Clorul și compușii lui

18.4. Se tratează 6 moli de acid clorhidric cu bioxid de mangan la lald. Să se calculeze cantitatea de clor care rezultă din reacție în moli și în citri.

18.5. Să se calculeze cantitatea de clor exprimată în grame și în litri care rezultă la oxidarea acidului clorhidric cu 61,25 g de clorat de potasiu, în cazul unei reacții complete.

18.6. Care este cantitatea de clor care se poate obține din 200 g de acid clorhidric prin oxidare cu exces de permanganat de potasiu?

18.7. Pentru oxidarea a 50 g de soluție de acid clorhidric cu concentrația de 36,5% s-au introdus 11 g $KClO_3$. Să se exprime în procente excesul de clorat de potasiu.

18.8. Se oxidează un exces de soluție concentrată de acid clorhidric cu 2 moli de bicarbonat de potasiu $K_2Cr_2O_7$ la cald. Câți litri de clor vor rezulta în condiții normale?

18.9. Să se stabilească densitatea absolută și relativă a clorului.

18.10. Câte kilograme de clor lichid se pot obține din 6 309,9 l de clor gazos luat în condiții normale de temperatură și presiune?

Scanned with OKEN Scanner

18.11. O soluție de acid clorhidric care cuprinde 3 moli de acid se tratează la cald cu bioxid de mangan în exces. Să se calculeze dacă cantitatea de clor care rezultă este suficientă pentru a transforma 10,25 g fosfor în pentaclorură de fosfor.

18.12. Cîte grame de fier pulbere se pot transforma în clorură ferică, dacă asupra fierului acționează 16,8 l de clor luat în condiții normale ?

18.13. Cîți litri de acid clorhidric se pot obține la tratarea a 2,5 moli de clorură de sodiu cu acid sulfuric la cald ?

18.14. Într-un vas închis care cuprinde 2 volume de clor și 3 volume de hidrogen în condiții normale, se produce aprinderea amestecului. Se răcește din nou vasul la temperatură normală. Se cere :

a) Ce substanțe au rămas după aprindere și cît din fiecare ?
b) Să se arate dacă presiunea gazului a rămas aceeași ?
c) Să se arate cum se pot separa gazele ?

18.15. Se tratează un exces de clorură de sodiu cu acid sulfuric la cald rezultînd 44,8 l normali de acid clorhidric. Prin analiză s-a stabilit că în vasul de reacție au mai rămas 33 g NaCl. Să se calculeze procentul de clorură de sodiu care a intrat în reacție.

18.16. Sarea brută folosită într-o uzină la obținerea acidului clorhidric cuprinde 97% NaCl. Dacă din 200 kg NaCl folosită la reacție s-au umplut 8 damigene cu soluție de 37% (densitatea 1,19 g/cm³) fiecare avînd capacitatea de 30 l, să se stabilească randamentul în acid clorhidric.

18.17. Într-o fabrică chimică, pentru obținerea acidului clorhidric chimic pur, se ard în clor 10 m³ hidrogen pe oră. Acidul clorhidric gazos care se obține se dizolvă în apă, rezultînd o soluție de 35% ($\rho = 1{,}18$ g/cm³). Să se calculeze :

a) cîți litri de clor sînt necesari dacă reacția este completă ;
b) cîte kilograme de acid clorhidric gazos rezultă pe oră ;
c) cîți litri de soluție rezultă în acest timp ;

18.18. Acidul clorhidric care rezultă din 117 g clorură de sodiu prin tratare cu acid sulfuric se dizolvă în 200 g de apă. Care este concentrația procentuală a soluției ?

18.19. Care este conținutul procentual de acid clorhidric în soluția care se obține prin diluarea altei soluții cu densitatea 1,194, cu un volum egal de apă ?

18.20. Acidul clorhidric este un gaz ușor solubil în apă. Astfel, la temperatura camerei într-un volum de apă se dizolvă 500 de volume de acid clorhidric. Cîți moli de acid clorhidric se vor dizolva în 150 cm³ apă, dacă volumul unui mol de gaz la temperatura camerei este de 24 l ?

18.21. În 100 cm³ de soluție de acid clorhidric cu densitatea 1,1 g/cm³ se introduc 13,08 g de zinc. Să se arate care din substanțe a fost luată în exces și cît ?

Scanned with OKEN Scanner

18.22. Într-un vas se găsesc 60 g de soluție de acid clorhidric cu concentrația de 20%. Peste ea se toarnă 90 g de soluție de hidroxid de sodiu cu concentrația de 15%. După aceea, soluția se evaporă pînă la sec și se cîntărește reziduul. Reacționează complet ambele substanțe din soluție? Cîte grame va avea reziduul?

18.23. O soluție de clorură de sodiu care conține 0,6 g NaCl se precipită complet cu 10 cm^3 soluție $\frac{M}{1}$ de azotat de argint. Să se calculeze puritatea clorurii de sodiu din care s-a făcut soluția.

c. Bromul și compușii lui

18.24. În 196 g apă se introduce bromul obținut din 5,95 g KBr. În soluție se introduc 0,45 g metal ce reacționează complet cu bromul, rezultînd o substanță cu masa moleculară 267. Să se calculeze:

a) cantitatea de apă necesară ca concentrația soluției de brom să se reducă la jumătate (se consideră bromul dizolvat fizic);

b) echivalentul metalului;

c) masa atomică și valența metalului;

d) concentrația soluției noi.

(K=39, Br=80).

Rezolvare.

a) Cantitatea de brom din soluție nu se schimbă prin diluție. Notînd concentrațiile cu c_1 și c_2 se poate scrie sistemul:

$$\begin{cases} c_2 = \frac{c_1}{2} \\ c_1(m'_{apă} + m_{brom}) = c_2(m'_{apă} + m_{H_2O} + m''_{apă}) \end{cases}$$

Prin rezolvare se obține $m''_{apă} = 200$ g

Echivalentul metalului se calculează din relația:

$$\frac{E_M}{E_{Br}} = \frac{m_M}{m_{Br}} \Rightarrow E_M = E_{Br}\frac{m_M}{m_{Br}}$$

Prin înlocuire

$$E_M = 80 \cdot \frac{0{,}45\text{g}}{4\text{ g}} = 9$$

c) Substanța rezultată are formula moleculară MBr_x.

Din masa moleculară se poate calcula valența metalului, respectiv numărul x de atomi de brom ce se combină cu un atom de metal.

$$E_M \cdot x + 80x = 267 \Rightarrow x = 3$$

Scanned with OKEN Scanner

Masa atomică se calculează din echivalent,

$$E_M = \frac{A \text{ (masa atomică)}}{n \text{ (valența)}} \Rightarrow A = 27$$

Metalul este aluminiu.

$$d)\ c = 100\frac{m \text{ dizolvat}}{m \text{ soluție}} = 100\frac{4{,}45 \text{ g}}{400{,}45 \text{ g}} = 1{,}11\%$$

18.25. Cîte grame de brom se pot obține din 50 g de bromură de sodiu? Să se arate toate procedeele de obținere a bromului din bromură de sodiu.

18.26. Să se arate cum se pot îndepărta din brom urmele de clor. Ce reacții chimice au loc?

18.27. Prin analiză calitativă s-a constatat că clorura de bariu folosită ca reactiv conține urme de bromură de bariu. Cum poate fi îndepărtată bromura de bariu din clorură?

18.28. Prin reacția dintre fier și brom se obține un compus care conține 18,92% Fe. Să se stabilească formula cea mai simplă a acestui compus.

18.29. Într-o soluție care cuprinde 10,3 g de bromură de sodiu s-a turnat o soluție de azotat de argint care cuprinde 18 g $AgNO_3$, rezultînd un precipitat. Să se calculeze : *a*) Care dintre săruri a fost în exces și în ce cantitate ; *b*) Cantitatea de precipitat formată.

18.30. Prin răcirea cu gheață a unei soluții de bromură de potasiu saturată la 100°C se obțin 1 000 g KBr recristalizată. Ce cantitate de soluție s-a folosit inițial și cîtă bromură de potasiu a rămas în soluția-mamă? Solubilitatea sării la 100°C este 51,2%, iar la 0°C este 34,5%.

18.31. Acidul bromhidric care se poate obține din 29,75 g KBr s-a dizolvat în 9,3 cm^3 apă distilată, rezultînd o soluție saturată pentru condițiile normale.

Se cere : *a)* Cum se poate obține acidul bromhidric plecînd de la bromură ; *b)* Cîte volume de acid bromhidric se dizolvă într-un volum de apă ; *c)* Care este conținutul procentual de HBr în soluția rezultată.

18.32. Într-o soluție care conține 2,3854 g KBr s-au adăugat 6 g de brom impur care conține urme de clor. Prin evaporarea amestecului, reziduul uscat cîntărește 2,26 g. Să se calculeze procentul de clor din bromul impur.

d. Iodul și compușii lui

18.33. Printr-o soluție de iodură de potasiu se trec 10 l de clor în condiții normale. Ce cantitate de iod se formează?

18.34. Să se calculeze: *a)* volumul clorului necesar pentru a înlocui iodul dintr-un litru de soluție de iodură de sodiu cu concentrația $\frac{M}{4}$; *b)* cantitatea de gaz sulfuros ce se consumă la decolorarea apei de iod rezultată.

18.35. Prin 100 cm^3 de soluție de iodură de potasiu cu concentrația de 10% și densitatea 1,08 g/cm^3 se trece clor gazos. Care va fi volumul normal al clorului pentru a îndepărta din iodură tot iodul?

18.36. Iodul din comerț cuprinde ca impurități: clor, brom și apă. Purificarea se face prin frecarea iodului cu iodură de potasiu și oxid de calciu, iar apoi amestecul se încălzește într-un pahar acoperit cu un balon plin cu apă rece.

Să se arate ce fenomene au avut loc și să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

18.37 În 500 cm^3 de apă la temperatura camerei se dizolvă 0,1316 g de iod. Să se calculeze concentrația molară și procentuală a soluției obținute.

18.38. Să se calculeze volumul și densitățile acidului iodhidric care rezultă pe cale de sinteză din 12,7 g de iod.

18.39. Se tratează 15 g de iodură de sodiu cu acid sulfuric concentrat. Să se stabilească natura și volumul gazului care rezultă din reacție.

e. Generalități asupra halogenilor

18.40. Trei cilindri de sticlă cuprind: unul clor, altul acid clorhidric și al treilea acid iodhidric. Cum se poate cunoaște, fără a folosi vreun reactiv, care este gazul din fiecare cilindru? Dar dacă folosim reactivi?

18.41. Se poate culege clorul în cilindri prin dislocuirea: *a)* apei; *b)* soluției de NaCl; *c)* soluției de NaOH; *d)* soluției de NaBr; *e)* soluției de KI? Răspunsurile să fie motivate prin reacții chimice.

18.42. Se pot menține la temperatura camerei și presiune normală în vase de sticlă următoarele amestecuri de gaze? *a)* clor și hidrogen; *b)* vapori de brom și hidrogen; *c)* fluor și hidrogen; *d)* acid clorhidric și bioxid de carbon; *e)* acid bromhidric și fluor; *f)* fluor și vapori de apă; *g)* clor și amoniac; *h)* acid fluorhidric și clor?

Toate răspunsurile vor fi însoțite de reacții chimice.

18.43. Se tratează 12 g de clorură de sodiu cu acid sulfuric la cald, iar acidul clorhidric rezultat se oxidează cu piroluzită. Gazul rezultat se trece printr-o soluție de iodură de sodiu obținîndu-se 12,7 g iod. Admițînd că reacțiile sînt complete să se calculeze procentul de impurități din proba de sare folosită.

18.44. Să se scrie ecuațiile reacțiilor care trebuie să se realizeze pentru obținerea cloratului de potasiu și în ce condiții, dacă se folosesc ca materii

prime numai următoarele substanțe: acid clorhidric, hidroxid de potasiu, bioxid de mangan și apă. Să se calculeze ce cantitate de clorat de potasiu se poate obține din 168 g de hidroxid de potasiu.

18.45. Fabricarea industrială a HCl și a sulfatului de sodiu are loc în două faze, conform următoarelor reacții:

$$NaCl + H_2SO_4 = HCl + NaHSO_4.$$

$$NaCl + NaHSO_4 = HCl + Na_2SO_4.$$

Prima fază a reacției se realizează relativ ușor, iar a doua prin încălzire puternică. Acidul sulfuric necesar acestui proces se ia în mic exces, în raport cu cantitatea necesară pentru transformarea întregii cantități de NaCl în Na_2SO_4. Concentrația acidului întrebuințat este de 75%.

Sulfatul obținut are următoarea compoziție: 91,48% Na_2SO_4, 4,70% $NaHSO_4$, 1,99% NaCl, 1,35% H_2O și 0,4% HCl. Acidul clorhidric gazos, împreună cu vaporii de apă obținuți prin evaporarea apei din acidul sulfuric, intră după răcire în instalația de absorbție. Să se calculeze: *a*) gradul de transformare a NaCl în Na_2SO_4; *b*) cantitatea de sulfat obținută dintr-o tonă de sare pură; *c*) compoziția gazului obținut; *d*) cantitatea de gaz obținută; *e*) consumul de acid sulfuric.

2. Nemetalele grupei a VI-a principale. Oxigenul și sulful

a. Oxigen, ozon, apă și apă oxigenată

18.46. Să se arate care dintre oxizii cei mai răspîndiți în natură conține procentul cel mai ridicat de oxigen, în ce proporție și de ce?

18.47. Să se stabilească densitatea absolută și relativă a oxigenului.

18.48. Să se calculeze volumul de oxigen (în condiții normale), care rezultă prin descompunerea completă a 200 g de clorat de potasiu.

18.49. Oxigenul se poate obține prin încălzirea puternică a bioxidului de mangan.

Să se stabilească ecuația de descompunere a bioxidului de mangan (considerînd reacția terminată) dacă, după încălzire, acesta a pierdut o optime din masa sa.

18.50. Într-un voltametru se obține prin electroliza apei alcalinizate un volum total de gaze de 40 l la temperatura camerei de 20°C și presiunea normală. Să se calculeze care a fost volumul apei care s-a descompus prin electroliză și masa fiecărui gaz.

18.51. Un eudiometru cuprinde un amestec gazos format din 10 cm^3 H_2 și 10 cm^3 O_2, la temperatura de 100°C. Să se calculeze după explozie tot

la 100°C compoziția și volumul gazului rezultat, pentru aceeași presiune finală.

18.52. Într-un eudiometru s-au introdus întîi 20 cm^3 de amestec de oxigen și azot și apoi 30 cm^3 exces de hidrogen. După explozie au rămas 8 cm^3 de amestec gazos. Să se calculeze compoziția volumetrică a amestecului gazos rămas după explozie și procentul de oxigen în amestecul lui cu azotul.

18.53. Prin acțiunea descărcărilor electrice, într-un volum de oxigen determinat se constată o micșorare de volum de 20 cm^3. Cîți cm^3 de ozon s-au format și ce volum de oxigen a fost folosit dacă 10% din oxigen se transformă în ozon ?

18.54. Să se calculeze densitatea absolută și relativă a ozonului și să se arate de cîte ori ozonul este mai greu decît oxigenul.

18.55. Să se calculeze volumul amestecului gazos care se obține la trecerea a 500 l de aer prin ozonizator, dacă 7% din oxigen se transformă în ozon. (Aerul cuprinde 21% oxigen). Cît argint metalic poate fi oxidat cu acest amestec ?

18.56. Să se calculeze cantitatea de ozon necesară oxidării a 25 g de acid clorhidric și cantitățile de gaze exprimate în volum, care rezultă din reacție.

18.57. Să se stabilească formula moleculară și de structură a substanței care este formată din 5,92% hidrogen și 94,08% oxigen, iar masa moleculară este 34.

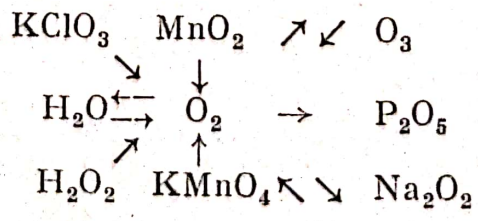
18.58. În 500 g de soluție de apă oxigenată 3% se introduce puțin bioxid de mangan. Să se stabilească volumul normal de oxigen care se degajează.

18.59. Ce cantitate de perhidrol trebuie să se folosească astfel ca, prin amestecarea cu 2,5 kg de soluție de apă oxigenată 3%, să rezulte soluție de apă oxigenată 6% ?

18.60. Prin introducerea prafului de bioxid de mangan în 100 g de soluție de apă oxigenată au rezultat 2,8 l de oxigen la temperatura de 0°C și presiunea normală. Care a fost concentrația soluției de apă oxigenată care s-a folosit ?

18.61. În 56,7 g de soluție de apă oxigenată 3% se introduce un curent de aer ozonizat. Să se calculeze cantitatea de ozon care a intrat în reacție.

18.62. Să se scrie ecuațiile reacțiilor reprezentate în schema de mai jos și să se arate condițiile necesare realizării fiecăreia dintre ele.



18.63. Se tratează apă oxigenată cu clorură de var obținută dintr-un litru de clor gazos la condițiile normale. Să se stabilească ce cantitate de gaz exprimată în grame și litri, se va elibera din reacția considerată teoretic cu randament de 100%. Să se scrie ecuațiile reacțiilor care au loc.

b. Sulful și compușii lui

18.64. Ce substanțe și în ce cantitate vor rezulta prin reacția amestecului format din 13,5 g de aluminiu și 27 g de floare de sulf ?

18.65. Cum se poate ajunge de la fier și sulf la hidrogen sulfurat ? Să se scrie ecuațiile reacțiilor respective. Cîți litri de hidrogen sulfurat vor rezulta, dacă se folosesc 5 g de fier ? Cu ce cantitate de sulf se combină și în ce raport ?

18.66. Pornindu-se de la un amestec de sulf și zinc, cum se poate ajunge a sulfură de sodiu (Na_2S), dacă reacțiile au avut loc fără pierderi ? Ce cantitate de zinc s-a consumat pentru a obține 5 g Na_2S ? (Zn = 65,4).

18.67. Printr-o soluție de sulfat de cupru se trece în exces un curent de hidrogen sulfurat. Dacă s-au folosit 50 cm^3 de soluție, iar precipitatul spălat și uscat cîntărește 3 g, să se calculeze cantitatea de sulfat de cupru din soluție și concentrația soluției exprimată în moli/l.

18.68. Se trece un curent de hidrogen sulfurat prin acid sulfuric. Dacă se obțin 2 g de sulf, cît hidrogen sulfurat a reacționat ? De ce nu se poate folosi acid sulfuric concentrat la prepararea H_2S ?

18.69. Să se calculeze volumul de bioxid de sulf la 0°C și 760 mm Hg care rezultă la arderea a 4 g de sulf. Cîte grame de soluție 2% H_2SO_3 se vor obține ?

18.70. O cadă pentru conservarea legumelor cu dimensiunile 4m × 4m × × 2m, înainte de a fi folosită se dezinfectează cu bioxid de sulf. În acest scop se folosesc 200 g de sulf cu 3% impurități. Să se stabilească concentrația bioxidului de sulf în g/m^3.

18.71. Să se determine volumul de bioxid de sulf care poate fi obținut din 200 cm^3 soluție de 16% K_2SO_3 cu densitatea 1,14 g/cm^3 prin reacția acesteia cu un acid la cald.

18.72. Să se calculeze densitatea absolută și relativă a bioxidului de sulf.

18.73. Bioxidul de sulf lichid are densitatea 1,49 g/cm^3 la temperatura −20°C. Ce volum va rezulta în condiții normale prin evaporarea a 100 cm^3 bioxid de sulf lichid ?

18.74. Care este cantitatea de gaz sulfuros, în grame și în litri, necesară pentru a transforma în sulfit neutru 100 g de sodă caustică în soluție ? Cît sulf este necesar pentru a avea această cantitate de gaz sulfuros ?

Scanned with OKEN Scanner

18.75. Să se determine în procente de volum compoziția amestecului de SO_2 și O_2, știind că din acest amestec s-au obținut prin reacție *m* grame de anhidridă sulfurică, dacă bioxidul de sulf cuprinde un exces de 25%. Ce rezultă prin dizolvarea anhidridei sulfurice în acid sulfuric? Să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

18.76. Din 300 t de pirită care conține 5% impurități (fără sulf), s-au obținut 350 t de acid sulfuric. Care a fost randamentul de fabricație al acidului?

18.77. Cărbunii de pământ conțin pe lîngă alte impurități și sulf, care prin ardere dă bioxidul de sulf. Marile unități industriale purifică gazele de ardere, reținînd bioxidul de sulf. Dacă într-o unitate industrială se ard zilnic 50 t de cărbune cu 1,5% sulf, ce cantitate de acid sulfuric se poate obține din bioxidul rezultat în timp de o lună?

18.78. Peste o soluție care conține 10 g de acid sulfuric s-a adăugat o soluție care cuprinde 8 g de hidroxid de potasiu. Ce săruri s-au format și în ce cantitate?

18.79. Prin acțiunea la temperatură ridicată a acidului sulfuric asupra sulfului rezultă bioxidul de sulf. Cîți litri de bioxid de sulf vor rezulta (în condiții normale) folosind 8 g sulf curat?

18.80. Prin acțiunea la cald a cărbunelui asupra acidului sulfuric rezultă 16,8 l gaze. Să se calculeze cantitatea de acid sulfuric descompusă și cantitățile de gaz rezultate.

18.81. Se amestecă o cantitate de 2 moli acid sulfuric cu o cantitate egală de apă. Ce concentrație procentuală are soluția de acid obținută?

18.82. Să se calculeze cantitatea de iod care se găsește sub formă de soluție pentru a oxida complet 100 g de soluție de sulfit de sodiu cu concentrația de 10%.

18.83. În două sticle se găsește fără a se indica: în una o soluție diluată de acid clorhidric iar în cealaltă — soluție diluată de acid sulfuric. Pentru a stabili ce acid este în fiecare sticlă, se fac 3 încercări, folosind clorură de argint, clorură de bariu și cretă. Ce concluzii tragem după fiecare încercare pentru a indica în care sticlă avem acid clorhidric și în care acid sulfuric?

18.84. Sărurile: clorură de sodiu, sulfat de sodiu, sulfit de sodiu și sulfură de sodiu au fost introduse fiecare în cîte un borcan și s-a uitat punerea etichetelor. Cum se poate recunoaște fiecare sare, folosind un singur reactiv și care este acela? Se vor scrie și ecuațiile reacțiilor care au loc.

18.85. O fabrică de acid sulfuric utilizează ca materie primă gazele sulfuroase rezultate la metalurgia zincului. Dacă în acest scop se folosesc minereuri de blendă cu 30% impurități (fără sulf), să se calculeze ce cantitate în volum de acid sulfuric 98% se poate obține din gazele sulfuroase, la un randament de 85%, pentru fiecare tonă de minereu supus la prăjire.

Scanned with OKEN Scanner

3. Nemetalele grupei a V-a principale

a. Azotul și compușii lui

18.86. Într-un recipient cu volumul de 0,5 m^3 se introduc 3,4 kg NH_3 și clorul necesar reacției cu un exces de 7,1% față de cantitatea teoretică. Să se calculeze:

a) cantitățile de substanțe finale, în kmoli, existente final în camera de reacție în condiții normale;

b) presiunea finală la temperatura de 27°C și să se arate cum variază această presiune cu temperatura:

c) cantitatea de sulfat feros în soluție acidă ce poate fi oxidată de excesul de clor;

d) concentrația procentuală, molală, molară și normală, la introducerea a 14,3 kg apă, după îndepărtarea gazelor, dacă densitatea relativă a soluției este 1,2.

Rezolvare.

a) Reacțiile ce au loc în recipient sînt:

$$\begin{array}{l} 2\ NH_3+3Cl_2=N_2+6\ HCl \\ 6\ HCl+6\ NH_3=6\ NH_4Cl \\ \hline 8\ NH_3+3\ Cl_2=N_2+6\ NH_4Cl \end{array}$$

După reacție, în recipient se vor găsi: N_2, NH_4Cl și excesul de clor.

Deoarece NH_3 reacționează complet, se poate calcula excesul de clor din cantitatea de amoniac, folosindu-se reacția globală de mai sus.

$$1\ kM_{NH_3}=17\ kg;\ 1\ kM_{Cl_2}=71\ kg$$

Se obține proporția:

$$\frac{8\cdot 17\ kg\ NH_3}{3,4\ kg\ NH_3}=\frac{3\cdot 71\ kg Cl_2}{x}\Rightarrow x=5,325\ kg\ Cl_2\ \text{reacționat.}$$

Excesul de clor reprezintă 7,1% din clorul teoretic, adică

$$M_{Cl_2}=\frac{7,1}{100}\cdot 5,325\ \ kg=\frac{7,1}{100}\ \frac{5,325\ kg}{71\frac{kg}{kmol}}=5,325\cdot 10^{-3}\ kmoli$$

ce rămîne în camera de reacție.

Cantitatea de azot rezultată din proporția,

$$\frac{8 \cdot 17}{3,4} = \frac{28}{y} \Rightarrow y = 0,7 \text{ kg} = 25 \cdot 15^{-3} \text{ kmol.}$$

Cantitatea de NH_4Cl este

$$\frac{3,4}{17} = \frac{z}{53,5} \Rightarrow z = 10,7 \text{ kg} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kmol}$$

b) Presiunea în recipient este dată de suma presiunilor parțiale produse de fiecare component gazos (legea lui Dalton).

Presiunile parțiale se calculează din legea generală, $pV = \frac{m}{M} RT$

$$p = p_{Cl_2} + p_{N_2} = \frac{RT}{V}\left(\frac{m_{Cl_2}}{M_{Cl_2}} + \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}\right) = 8,31 \frac{T}{\text{mol°K}} \frac{300°\text{K}}{0,5 \text{ m}^3}(5,325 + 25) \text{ mol} =$$

$$= 151\,200 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \simeq 1,49 \text{ atm.}$$

Prin încălzirea unui gaz la volum constant, presiunea variază liniar cu temperatura *(p = kT)*.

În cazul de față clorura de amoniu disociază termic după reacția,

$$NH_4Cl \leftrightarrows NH_3 + HCl,$$

rezultînd produse gazoase.

Gradul de disociere crește cu temperatura. Presiunea în recipient va crește mai repede decît în cazul unui amestec de gaze, deoarece se mărește numărul de molecule din unitatea de volum.

c) Oxidarea sulfatului feros de către clor la sulfat feric în soluția acidă, are loc după reacția :

$$2\ FeSO_4 + H_2SO_4 + Cl_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2HCl$$

Cantitatea de sulfat feros se obține din relația

$$(1 \text{ mol } FeSO_4 = 152 \text{ g}),$$

$$\frac{2 \cdot 152}{x} = \frac{2 \cdot 35,5}{0,3781} \Rightarrow x \simeq 1,619 \text{ kg}$$

d) Masa soluției este

$$m = 10,7 \text{ kg } NH_4Cl + 14,3 \text{ kg } H_2O = 25 \text{ kg soluție}$$

1°. Concentrația procentuală.

$$C_1 = 100 \frac{m_{NH_4Cl}}{m_{soluție}} = 100 \frac{10,7}{25} = 42,8\,\%$$

2°. Concentrația molaiă.

$$C_2 = \frac{m}{M} \cdot \frac{1}{m_{H_2O}} = \frac{10{,}7 \cdot 1\,000 \text{ g}}{53 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{1}{14{,}3 \text{ kg } H_2O} = 13{,}98 \frac{\text{mol}}{\text{kg } H_2O}$$

3°. Concentrația molară.

$$C_3 = \frac{m_{dizolvat}}{M_{dizolvat}} \cdot \frac{\rho_{soluție}}{m_{soluție}} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}} \right) = \frac{10\,700 \text{ g}}{53 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{1{,}2 \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{25 \text{ kg}} = 9{,}5 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 9{,}5 \text{ M}$$

4°. Concentrația normală.

$$C_4 = n \frac{m_{dizolvat}}{M_{dizolvat}} \cdot \frac{\rho_{rp\,apă}}{m_{soluție}} \left[\frac{\text{echiv.}}{\text{l}} \right] = 9{,}5 \frac{\text{echiv.}}{\text{l}} = 9{,}5\text{N}.$$

(*n* = număr de valență).

18.87. Să se calculeze masa unui litru de azot și densitatea lui relativă Cîți moli sînt în 112 l azot considerat în condiții normale ?

18.88. Un vas cu capacitatea de 1 400 cm³ cuprinde azot la temperatura de 0°C și 760 mm Hg, masa azotului fiind 1,75 g.

Considerînd cunoscută masa atomică a azotului, să se calculeze numărul de atomi care formează o moleculă de azot.

18.89. Să se calculeze volumul de azot care rezultă la descompunerea termică a 100 g de azotit de amoniu și să se arate prin ce se deosebește azotul obținut aici de cel obținut din aer prin trecerea acestuia peste strujitură de cupru încălzită.

18.90. Din 60 de g clorură de amoniu tehnică s-au obținut 22,4 l amoniac la temperatura de 0°C și 760 mm Hg. Ce procent de impurități cuprinde sarea folosită ?

18.91. Volumul amestecului de gaze care iese din aparatul de contact de la o fabrică de amoniac sintetic conține 12% amoniac.

Cîte procente în volume de azot se află în acest amestec ?

18.92. Se tratează 26,75 g de țipirig cu var stins în exces. Amoniacul rezultat se dizolvă în 62,5 cm³ de apă distilată. Să se calculeze concentrația molară a soluției de amoniac rezultată.

18.93. În 8 cilindri de sticlă se găsesc următoarele gaze : amoniac, acid clorhidric, bioxid de carbon, bioxid de sulf, clor, oxigen, azot și aer. Cum se poate determina natura gazului din fiecare cilindru ?

18.94. Se amestecă 1 l de amoniac gazos cu 1 l de clor gazos. Să se calculeze după reacție compoziția în volume a amestecului gazos rezultat.

Scanned with OKEN Scanner

18.95. Se neutralizează 1 l de soluție de amoniac cu concentrația de 30% cu acid sulfuric 60%. Să se calculeze cantitatea de sare care a rezultat la neutralizare. Care este concentrația soluției noi ?

18.96. O soluție de acid clorhidric cuprinde 0,073 g de acid într-un cm^3 Care este volumul soluției necesar pentru a neutraliza 50 cm^3 de soluție de amoniac 8%, avînd densitatea 0,967 g/cm^3 ?

18.97. Care este echilibrul chimic care se stabilește între amoniac și apă la dizolvarea NH_3 în apă ? Cum se modifică acest echilibru, dacă se adaugă la soluție un acid ? Dar dacă se adaugă un hidroxid alcalin ? Să se arate ecuațiile reacțiilor (ionice și moleculare) la neutralizarea soluției de amoniac cu acid azotic.

18.98. Cîți cm^3 acid clorhidric gazos și amoniac gazos sînt necesari pentru a prepara 70 g de clorură de amoniu ?

18.99. Azotul dă o serie de oxizi în care el este cuprins în următoarele procente : 63,67%, 46,67%, 36,84%, 30,43% și 25,9%. Să se stabilească formulele oxizilor respectivi și să se arate care dintre ei sînt neutri. Ce valență are azotul în fiecare din acești oxizi ?

18.100. Să se stabilească randamentul reacției de descompunere a azotatului de amoniu, dacă din 12 g de azotat s-au obținut 2,8 l de protoxid de azot.

18.101. 700 cm^3 de monoxid de azot se amestecă cu oxigen în exces și după aceea amestecul rezultat se răcește cu ajutorul unui amestec de gheață și sare. Să se stabilească ce substanță s-a format și în ce cantitate.

18.102. Ce săruri și în ce cantitate rezultă la trecerea a 5,6 l de bioxid de azot printr-o soluție de hidroxid de sodiu ?

18.103. Unui amestec de două gaze de NO și NO_2, avînd volumul de 120 cm^3, i s-au adăugat 100 cm^3 de oxigen. După reacție, în amestecul gazos s-au găsit 60 cm^3 de oxigen. Să se exprime compoziția procentuală în volume și în greutate a amestecului gazos inițial.

18.104. Se calcinează 16,56 g de azotat de plumb. Să se arate cum se procedează pentru separarea oxigenului de bioxidul de azot, ce rezultă la descompunerea azotatului și ce volum de oxigen s-a obținut.

18.105. Să se arate două procedee pentru culegerea amoniacului gazos și a culegerii monoxidului de azot și a bioxidului de azot. Se vor desena dispozitivele simple care se folosesc în scopurile de mai sus și se va explica de ce se folosesc aceste procedee.

18.106. În laborator se prepară acid azotic din azotat de sodiu și acid sulfuric. Care sînt cantitățile din cele două substanțe pentru a obține 200 g de acid azotic ?

18.107. Ce cantitate de soluție de acid azotic cu concentrația de 64% și densitatea 1,4 se poate obține dintr-o tonă de azotat de sodiu ?

Scanned with OKEN Scanner

18.108. Să se calculeze concentrația procentuală a acidului azotic rezultat la oxidarea catalitică a amoniacului, în cazul dizolvării acidului azotic în apa rezultată din reacție.

18.109. Cîți litri de amestec gazos rezultă la descompunerea totală a două molecule-gram de acid azotic?

18.110. Acidul azotic diluat oxidează la rece hidrogenul sulfurat după reacția: $H_2S+HNO_3 \rightarrow NO+S+H_2O$.

Cîte grame de sulf și cîți litri de oxid de azot se obțin, dacă s-au oxidat 22,4 l de hidrogen sulfurat?

18.111. Să se explice de ce acidul azotic poate fi utilizat la obținerea CO_2 din carbonatul de sodiu, dar nu poate fi folosit la obținerea SO_2 din sulfitul de sodiu. Să se ilustreze răspunsul prin ecuații chimice.

18.112. La dizolvarea unei bucăți de argint se folosește acid azotic. Să se arate dacă este mai bine să se folosească acid azotic diluat sau concentrat. În ce caz consumul de acid azotic este mai mic și cu cît?

18.113. 10 grame de cupru reacționează cu acid azotic concentrat în exces. Care este cantitatea de oxid de azot care rezultă, exprimată în grame și în volume? Dar cantitatea de azotat de cupru? (Cu=63,5).

18.114. Apa regală se obține prin amestecarea acidului clorhidric cu acidul azotic. Să se calculeze care este raportul în greutate în care trebuie să se ia acidul clorhidric cu concentrația de 36,5% și acidul azotic cu concentrația de 64%, pentru ca, în apa regală rezultată, pentru un mol de HNO_3 să revină 3 moli de HCl. Cît clor în stare atomică se poate obține din 100 g de apă regală?

18.115. Azotatul de calciu se obține prin tratarea pietrei-de-var cu acid azotic diluat. Ce cantitate de azotat va rezulta, dacă se tratează piatra-de-var cu o tonă acid azotic cu concentrația de 15%?

18.116. Un gram de sulfat de amoniu luat din comerț se fierbe cu un exces de soluție de sodă caustică, rezultînd 0,25 g amoniac. Să se calculeze procentul de azot conținut în sulfatul de amoniu și să se compare acest procent cu conținutul de azot din sulfatul de amoniu pur.

18.117. Cît oxigen rezultă la descompunerea prin încălzire a 100 g de azotat de sodiu? Dacă randamentul reacției este 80% cu cît scade masa de sare calcinată și care este compoziția reziduului?

18.118. Carbonul poate arde în absența aerului, prin încălzirea unui amestec de carbon și azotat de potasiu. Cît azotat este necesar pentru a transforma complet 10 g de carbon în bioxid de carbon?

18.119. Cianamida de calciu industrială conține circa 15% impurități. Dacă un teren agricol necesită 75 kg de azot la hectar, cîtă cianamidă trebuie folosită în acest scop?

Scanned with OKEN Scanner

18.120. Un îngrășământ cu azot este sulfonitratul de amoniu cu compoziția $(NH_4)_2SO_4 \cdot 2NH_4NO_3$. Să se calculeze cantitatea de azot cuprinsă într-o tonă de sulfonitrat de amoniu și cantitatea de amoniac necesară obținerii acestui îngrășământ.

18.121. Să se arate toate reacțiile și condițiile pentru obținerea azotatului de amoniu, folosind ca materie primă apa și aerul. Cît aer corespunde teoretic azotului dintr-un kg de azotat de amoniu ? (Proporția de azot în aer = 75,53% în greutate ; $\rho_{aer} = 1{,}293$ g/l).

18.122. Într-un gazometru mic de sticlă se introduc 8 l NO_2 în condiții normale.

Să se calculeze :

a) volumul de gaz de deasupra apei dacă din gazul introdus se dizolvă 75% ;

b) volumul de gaz din gazometru la barbotarea aerului, în cantitatea teoretică necesară producerii reacției ;

c) cantitatea maximă de acid obținută la încetarea reacției și volumul gazului rămas.

b. Fosforul și compușii lui

18.123. Se consideră ecuația chimică,

$$xP_{\alpha-3}\ O_{\alpha+3} + yH_2O = zH_{\alpha-3}P_{\alpha-5}O_{\alpha}$$

Să se stabilească :

a) valoarea coeficientului α cu ajutorul determinanților și coeficienții x, y și z ai ecuației de mai sus ;

b) cantitatea de substanță ce rezultă din reacția respectivă cu un randament $\eta = 71\%$, dacă reacționează $m = 200$ kg din substanța cu fosfor, care are puritatea $p = 90\%$.

Rezolvare

a) Pe baza legii conservării masei se egalează numărul de atomi de aceeași specie din cei doi membri ai ecuației chimice, rezultînd sistemul :

$$\begin{cases} (\alpha-3)\ x + (5-\alpha)\ z = 0 \\ (\alpha+3)\ x + y - \alpha z = 0 \\ 2y + (3-\alpha)z = 0 \end{cases}$$

Deoarece $(x, y, z) \in N$

Sistemul liniar și omogen de mai sus admite soluții nebanale cînd determinantul format din coeficienții necunoscutelor Δs, este nul:

$$\Delta s = \begin{vmatrix} \alpha-3 & 0 & 5-\alpha \\ \alpha+3 & 1 & -\alpha \\ 0 & 2 & 3-\alpha \end{vmatrix} = 0$$

Dezvoltînd determinantul se obține:

$$\Delta s = (\alpha-3)\ (3-\alpha)+2(\alpha+3)\ (5-\alpha)+2\alpha(\alpha-3) \Leftrightarrow$$

$$\Delta s = \alpha^2 - 4\alpha - 21$$

Rezolvînd ecuația: $\alpha^2 - 4\alpha - 21 = 0$, se obțin valorile

$$\alpha_1 = 7 \text{ și } \alpha_2 = -3$$

Deoarece $\alpha \in N \Rightarrow \alpha = 7$

Ecuația chimică se poate scrie:

$$xP_4O_{10} + yH_2O = zH_4P_2O_7$$

și sistemul de mai sus devine:

$$\begin{cases} 4x - 2z = 0 \\ 10x + y - 7z = 0 \\ 2y - 4z = 0 \end{cases}$$

cu $\Delta s = \begin{vmatrix} 4 & 0 & -2 \\ 10 & 1 & -7 \\ 0 & 2 & -4 \end{vmatrix}$

Soluțiile nebanale sînt date de relațiile:

$$\frac{x}{A_{31}} = \frac{y}{A_{32}} = \frac{z}{A_{33}} = K; \quad K \in R;$$

unde A_{31}, A_{32} și A_{33} sînt complementii algebrici ai elementelor ultimei linii a determinantului.
Se obține:

$$x = K \begin{vmatrix} 0 & -2 \\ 1 & -7 \end{vmatrix} = 2K$$

$$y = -K \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ 10 & -7 \end{vmatrix} = 8K$$

$$z = K \begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 10 & 1 \end{vmatrix} = 4K$$

Din infinitatea de soluții se aleg cele mai mici numere naturale proporționale cu

$$x : y : z = 2 : 8 : 4 \Rightarrow x = 1 \; ; \; y = 4 \; ; \; z = 2$$

Ecuația chimică este

$$P_4O_{10} + 4H_2O = 2H_4P_2O_7 \quad \text{(acid pirofosforic)}$$

b) $M_{P_4O_{10}} = 284$ g ; $M_{H_4P_2O_7} = 178$ g

Din reacție se poate stabili

$$\left.\begin{array}{ll} M_{P_4O_{10}} \rightarrow & 2\eta \quad M_{H_4P_2O_7} \\ m\,p \rightarrow & m_x \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$m = 2\,m\,p\eta\,\frac{M_{H_4P_2O_7}}{M_{P_4O_{10}}} = 160{,}2 \text{ kg}$$

18.124. Să se calculeze cantitatea de fosfor care se obține dintr-o tonă de fosforit cu 30% impurități, dacă randamentul de obținere a fosforului este de 90%.

18.125. În ce volum minim de aer (21% oxigen în volume) trebuie să ardem 40 g de fosfor, pentru a rezulta numai pentoxid de fosfor și ce cantitate de pentoxid rezultă ?

18.126. Un cilindru de sticlă cuprinde 400 cm^3 de clor la condițiile normale. Ce cantitate de fosfor poate arde în cilindru pentru consumarea întregii cantități de clor, dacă se obține triclorură de fosfor ?

18.127. Cîți litri de hidrogen fosforat gazos se obțin din 19 g de fosfură de calciu cu 4,21% impurități ? Cît oxigen se consumă la arderea ei ?

18.128. Anhidrida fosforică ca și $CaCl_2$ și $CuSO_4$ se folosesc ca substanțe deshidratante. Care sînt transformările pe care le suferă fiecare din aceste substanțe în tratarea cu apă ? Cît aer cu 30% umiditate și densitatea 1,2 $\frac{g}{l}$ poate fi uscat de o cantitate de 10 g anhidridă fosforică ?

18.129. Cît acid ortofosforic și cît acid fluorhidric se poate obține dintr-o tonă de apatită curată $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$?

18.130 Acidul ortofosforic se poate obține pornind de la fosfor prin tratare cu vapori de apă sau prin ardere și apoi prin tratarea cu apă caldă a oxidului.

Se cere : *a)* să se scrie ecuațiile reacțiilor care au loc ; *b)* cît hidrogen se degajează la reacția dintre 10 g fosfor alb și apă.

18.131. Să se calculeze cantitatea de soluție de acid ortofosforic cu concentrația de 50% care rezultă dintr-o tonă de fosforit ce cuprinde 30% impurități.

18.132. Să se scrie formulele de structură și să se arate valențele fosforului în compușii : pentoxid de fosfor, acid fosforos, acid ortofosforic și pirofosfatul biacid de calciu. Care este compoziția acidului pirofosforic $H_4P_2O_7$ exprimată în procente de H, P și O ?

18.133. Fosfatul de sodiu obișnuit este fosfatul secundar. Cristalizat din soluția sa are masa moleculară 358. Lăsat la aer are masa moleculară 178. Care sînt formulele chimice în ambele cazuri și de ce apare această situație ?

18.134. Care este masa acidului fosforic care, conținînd 3 g de hidrogen se poate combina cu 40 g, 80 sau 120 g de hidroxid de sodiu ? Să se scrie formulele fosfaților respectivi.

18.135. Cît superfosfat rezultă și cît acid sulfuric cu concentrație de 65% se consumă la tratarea unei tone de fosforită curată ?

18.136. Făina de oase este folosită la obținerea superfosfatului și fosfatului precipitat. Cît fosfat precipitat se poate obține din 10 tone de oase care cuprind 60% fosfat de calciu ?

4. Nemetalele grupei a IV-a principale

a. Carbonul și compușii lui

18.137. În 80 g soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 5%, se introduce un curent de bioxid de carbon gazos.

Să se calculeze :

a) Extremele în care este cuprins numărul de molecule de bioxid de carbon ce reacționează cu baza alcalină ;

b) extremele corespunzătoare volumului de gaz consumat ;

c) să se arate care este caracterul soluției și dacă se poate face neutralizarea cu bioxid de carbon ;

d) între ce limite sînt cuprinse masele solide rămase ; *1°* după evaporare ; *2°* după calcinare.

Rezolvare

a) Cantitatea de hidroxid de sodiu din soluție este :

$$m_{NaOH} = 80 \text{ g} \cdot \frac{5}{100} = 4 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol } NaOH = 40 \text{ g}$$

Reacțiile care au loc duc la formarea de carbonat și bicarbonat de sodiu.

$$\overset{4}{2\ NaOH} + \overset{x_1}{CO_2} = Na_2CO_3 + H_2O$$
$$2 \cdot 40 \qquad 6{,}02 \cdot 10^{23}$$

$$\overset{4}{NaOH} + \overset{x_2}{CO_2} = NaHCO_3$$
$$40 \qquad 6{,}02 \cdot 10^{23}$$

Se obțin proporțiile :

$$\frac{4}{2 \cdot 40} = \frac{x_1}{6{,}02 \cdot 10^{23}} \Rightarrow x_1 = 301 \cdot 10^{20} \text{ și}$$

$$\frac{4}{40} = \frac{x_2}{6{,}02 \cdot 10^{23}} \Rightarrow x_2 = 602 \cdot 10^{20}$$

Deci

$$n \in [301 \cdot 10^{20},\ 602 \cdot 10^{20}]$$

b) Pentru calculul volumului se folosesc aceleași reacții obținîndu-se proporțiile :

$$\left.\begin{aligned} \frac{4}{2 \cdot 40} = \frac{V_1}{22{,}4\ \text{l}} &\Rightarrow V_1 = 1{,}12\ \text{l} \\ \frac{4}{40} = \frac{V_2}{22{,}4\ \text{l}} &\Rightarrow V_2 = 2{,}24\ \text{l} \end{aligned}\right\} \Rightarrow V \in [1{,}12\ \text{l};\ 2{,}24\ \text{l}]$$

c) Caracterele soluției pentru valorile extreme ale consumului de bioxid de carbon sînt :

1°. La consumul minim de CO_2 din reacție rezultă Na_2CO_3, care este o sare formată din acid slab și bază tare, ce hidrolizează după reacția

$$Na_2CO_3 + H_2O \leftrightarrows NaOH + NaHCO_3$$

sau ionic

$$CO_3^{2-} + H - OH \leftrightarrows HCO_3^- + HO^-$$

2°. La consumul maxim de CO_2, cînd se formează $NaHCO_3$, aceasta hidrolizează după reacția

$$NaHCO_3 + H_2O \leftrightarrows NaOH + H_2CO_3 \quad \text{sau}$$

$$HCO_3^- + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 + HO^-$$

Numărul ionilor HO^- predomină în ambele cazuri, soluțiile avînd caracter bazic.

Calculul concentrației ionilor de hidroniu din soluție cu ajutorul gradului de hidroliză conduce la un $pH > 7$.

d) 1°. Prin evaporare reziduurile sînt formate din $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ și $NaHCO_3$

$$1 \text{ mol } Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O = 286 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol } NaHCO_3 = 84 \text{ g}$$

Se formează proporțiile :

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{4}{2 \cdot 40} = \dfrac{z_1}{286} \Rightarrow z_1 = 14{,}3 \text{ g } Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O \\ \dfrac{4}{40} = \dfrac{z_2}{84} \Rightarrow z_2 = 8{,}4 \text{ g} \end{array}\right\} \Rightarrow m \in [8{,}4\text{ g}; 14{,}3\text{ g}]$$

2°. La calcinare carbonatul de sodiu pierde apa de cristalizare și se obține

$$\frac{4}{2 \cdot 40} = \frac{x'}{106} \Rightarrow x' = 5{,}3 \text{ g } Na_2CO_3$$

Bicarbonatul se transformă după reacția :

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

și rezultă :

$$\frac{8{,}4}{2 \cdot 84} = \frac{x''}{106} \Rightarrow x'' = 5{,}3 \text{ g } Na_2CO_3$$

18.138. Cărbunele brun lucios are compoziția : C=75% ; H=5,7% ; O=17,8% și N=1,5%. Să se calculeze cantitatea de aer necesară arderii complete a unui kg din acest cărbune. (Se consideră că aerul cuprinde 21% O_2 în volume).

18.139. Să se calculeze cantitatea de carbon necesară pentru a reduce 10 g de oxid de cupru și volumul de gaz care rezultă din reacție. (Cu=64).

18.140. Care este cantitatea de sulf și de carbon necesară obținerii unui m^3 de sulfură de carbon, dacă ea are densitatea 1,26 g/cm^3 ?

18.141. Cărbunele de oase conține circa 10% carbon și restul carbonat de calciu și fosfat de calciu. Prin tratarea a 2,5 g de cărbune de oase cu acid clorhidric se culeg 112 cm^3 de gaz la condițiile normale. Care este compoziția cărbunelui ?

18.142. Să se stabilească densitățile absolute și relative ale oxizilor carbonului (CO și CO_2). Dacă se consideră volume egale din cele două gaze în aceleași condiții, să se calculeze masa amestecului gazos.

18.143. Ce volum de amestec gazos ($CO + H_2$) rezultă la trecerea vaporilor de apă peste 24 g de cărbune curat înroșit și care este densitatea medie a amestecului gazos ?

18.144. Fosgenul fiind absorbit de soluțiile alcaline, din reacție rezultă printre altele clorură și carbonat. Cît carbonat de sodiu va rezulta prin introducerea a 24 l de fosgen la 20°C prin soluție diluată de hidroxid de sodiu ?

18.145. Compoziția gazului de apă obținut în industrie este : H_2=49% ; CO=44% ; N_2=4% și CO_2=3%. Ce volum de oxigen se consumă la arderea unui m^3 din acest gaz ?

18.146. De ce la obținerea bioxidului de carbon din carbonat de calciu se folosește o soluție de acid clorhidric și nu de acid sulfuric ? Cîți litri de bioxid de carbon se obțin din 200 kg de piatră-de-var cu 12,5% impurități ?

18.147. Dacă se trece un curent de bioxid de carbon prin apă colorată în violet cu turnesol, culoarea apei trece în roșu. Prin încălzire culoarea devine din nou violetă. Să se explice fenomenele care au loc.

18.148. Într-o eprubetă avem soluție de carbonat de sodiu și în alta soluție de sulfat de sodiu. Peste ele se toarnă în exces soluție de clorură de bariu. Cum dovedim în care a fost carbonatul de sodiu ? Să se explice reacțiile care au avut loc și să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice respective.

18.149. Să se calculeze molaritatea soluției de acid clorhidric necesară descompunerii complete a 53 g de carbonat de sodiu, dacă se folosesc 500 cm^3 de soluție de HCl. Ce cantitate de gaz s-a degajat ?

18.150. Cîți litri de bioxid de carbon trebuie să trecem prin lapte de var, ca să rezulte 27 g de bicarbonat de calciu ?

18.151. Care este procentul în greutate a restului obținut prin încălzirea bicarbonatului de sodiu față de greutatea substanței inițiale ?

18.152. În 300 g de apă s-au dizolvat 180 g de carbonat de sodiu cristalin. Să se determine : cantitatea de sare într-un cm^3 de soluție, concentrația procentuală și molară a soluției calculate în raport cu sarea anhidră, dacă densitatea soluției este 1,16 g/cm^3.

18.153. Dintr-un amestec de 60 g de bicarbonat de sodiu și de potasiu s-au scos prin calcinare 6,91 l de bioxid de carbon. Care a fost compoziția amestecului ?

18.154. Se culege într-un eudiometru cu mercur :

1. Gazul provenit prin descompunerea termică a oxidului roșu de Hg.
2. Gazul provenit din acțiunea acidului sulfuric asupra carbonatului de sodiu, care în prealabil este trecut peste o coloană de cărbune înroșit.

Amestecul ocupă în eudiometru un volum de 30 cm^3. Se adaugă hidroxid de sodiu în exces ; volumul este redus la 20 cm^3. Între electrozii eudiometrului se produce o scînteie electrică : volumul final se reduce la 5 cm^3. Să se determine compoziția amestecului.

18.155. La temperatura de 1 000°C se produc următoarele reacții :

a) Se calcinează 10 g de carbonat de calciu pur cristalizat.

Scanned with OKEN Scanner

b) Se trimite gazul degajat peste cărbune înroșit în exces.
c) Se trece gazul care ia naștere peste oxid de fier anhidru.
Să se calculeze volumele gazelor obținute în aceste diverse operații și masele produselor obținute.

18.156. Peste o rocă de calcar curge un curent de apă avînd un debit de 25 l/h și care conține 1% bioxid de carbon. În cît timp se va dizolva o tonă din rocă, dacă numai 40% din bioxidul de carbon conținut de apă reacționează (ρ apă = 1 g/cm³).

b. Siliciul și compușii lui

18.157. Din 100 g de bioxid de siliciu curat se obțin prin reducere cu magneziu 45 g de siliciu pur. Cîte grame de magneziu au intrat în reacție cu bioxidul de siliciu, dacă acesta a reacționat în întregime? (Mg = 24).

18.158. Două grame de siliciură de magneziu se tratează cu acid clorhidric. Cît oxigen se fixează prin arderea produsului rezultat din reacție, dacă acesta se aprinde de la sine în aer?

18.159. Ce volum de soluție de acid fluorhidric cu densitatea 1,5, care conține 47% HF, este necesar pentru a transforma 1 g de SiO_2 în tetrafluorură de siliciu?

18.160. Cît oxid de plumb este necesar ca prin topire cu bioxid de siliciu să rezulte 100 g de metasilicat de plumb? (Pb = 207).

18.161. Să se arate cum se obține acid metasilicic, plecînd de la bioxid de siliciu. Cît hidroxid de sodiu se consumă pentru a obține 10 g de acid metasilicic?

18.162. Cît carborund rezultă la tratarea a 3 kg de bioxid de siliciu curat cu cărbune în cuptorul electric și ce cantitate de gaz se degajează?

18.163. Compoziția aproximativă a sticlei obișnuite este: 13% oxid de sodiu, 11,7% oxid de calciu și 75,3% bioxid de siliciu. Să se exprime formula aproximativă a sticlei sub formă de oxizi și în baza ei să se calculeze cantitățile de sodă, calcar și bioxid de siliciu, pentru obținerea a 10 t de sticlă.

18.164. Dacă printr-o soluție de sticlă lichidă se trece un curent de bioxid de carbon din care se reține un volum de 10 l la condițiile normale, se va depune un sediment. Cît sediment a rezultat? După calcinare cît mai rămîne?

18.165. Feldspatul potasic numit și ortoză are formula $KAlSi_3O_8$. Să se scrie formula lui sub formă de oxizi, reacția de dezagregare și să se stabilească compoziția procentuală.

Scanned with OKEN Scanner

1. Generalități

Dacă ținem seama de caracterul chimic general, majoritatea elementelor sînt metale. Mai mult de 3/4 din căsuțele sistemului periodic sînt ocupate de elementele care sînt metale tipice. Ele sînt concentrate în partea stîngă de jos a grupelor principale din sistem și în grupele secundare, iar ca reprezentanți limită pot fi considerate elementele: Be, Al, Ge, Sb și Po. În partea dreaptă găsim concentrate toate elementele cu caracter nemetalic (metaloidic), ai căror reprezentanți limită sînt: B, Si, As și Te. Delimitarea celor două categorii de elemente se poate face prin linia care trece printre cele două serii de elemente menționate mai sus.

Majoritatea metalelor cristalizează după unul din cele trei tipuri ale rețelei spațiale: rețea de cub centrat, rețea de cub cu fața centrată și rețea hexagonală cu împachetare compactă. O parte din proprietățile lor fizice sînt cuprinse în tabela 4.

Metalele prezintă proprietatea de a ceda electroni, atomii lor avînd pînă la maximum 4 electroni de valență pe ultimul strat. Dacă se așază metalele și hidrogenul în ordinea descrescătoare a activității lor chimice (după proprietatea din ce în ce mai puțin accentuată de a ceda electroni) se obține seria tensiunii metalelor în care se intercalează și hidrogenul (vezi tabela 5).

Metalele care au potențialele negative sînt metale active, iar cele cu potențial pozitiv sînt puțin active sau inactive. Activitatea scade cu creșterea potențialului normal de electrod. Seria tensiunilor dă multe indicații în privința comportării chimice a metalelor. Astfel:

1. Un metal din serie poate înlocui din soluțiile sărurilor lor toate metalele ce-i urmează, adică reduce ionii acestora, cedîndu-le electroni ar el se transformă în ioni.

2. Toate metalele care se găsesc în seria tensiunilor înaintea ogenului, îl pot deplasa pe acesta din soluțiile de acizi și din apă.

Scanned with OKEN Scanner

3. Cu cît un metal se găseşte mai la stînga în seria tensiunilor, adică cu cît este mai mic potenţialul lui, cu atît este mai activ şi cu atît mai uşor cedează electroni (se oxidează) şi cu atît mai greu ionii lui adiţionează electroni (se reduc).

Aliaje. Aliajele metalelor sînt sau amestecuri intime ale cristalelor metalelor aliate sau (dacă componenţii aliajului se combină) amestecuri ale metalelor libere cu compuşii chimici ai acestora. Aliajele solide sînt adeseori amestecuri omogene, reprezentînd fie un compus chimic definit, fie un amestec omogen cu o compoziţie chimică nedefinită, numită soluţie solidă.

Metalele mai îndepărtate între ele ca poziţie în sistemul periodic se aliază formînd combinaţii intermetalice. Se obţin aliaje şi cu nemetale ca : Si, C, H etc.

a. Proprietăţile fizice ale metalelor

19.1. Un conductor electric din cupru are secţiunea 1 mm² şi lungimea 1 m. Se cere :

a) să se calculeze numărul electronilor liberi din conductor şi concentraţia electronică ;
b) să se explice de ce cuprul — ca şi celelalte metale — este opac
c) volumul spaţiilor libere dintre ionii din reţea.

Rezolvare

a) Numărul electronilor liberi este egal cu numărul atomilor din conductor ce trec sub formă de ioni monovalenţi — şi se calculează din relaţia :

$N_e = nN$ unde

n = numărul de moli de Cu atomic

N = numărul lui Avogadro.

Cum $n = \frac{m}{M}$

$$N_e = \frac{m}{M} N = \frac{V\rho}{M} N \; \frac{Sl\rho}{M} N = \frac{8{,}9 \text{ g}}{63{,}5 \text{ g/mol}} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \; \frac{\text{electroni}}{\text{mol}} =$$

$$= 84{,}37 \cdot 10^{21} \text{ electroni.}$$

Concetraţia electronică este :

$$n_0 = \frac{N_e}{V} = \frac{84{,}37 \cdot 10^{21}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 84{,}37 \cdot 10^{27} \; \frac{\text{electroni}}{\text{m}^3}$$

Scanned with OKEN Scanner

b) Substanţele conductoare sînt şi opace deoarece electronii mobili (din metale sau grafit) amortizează vibraţiile luminoase, transformînd energia lor în căldură — sau în energia necesară eliberării de foto-electroni (fenomen fotoelectric).

$$c) \quad V_{atomic} = \frac{M}{\rho} = \frac{63{,}5 \ \text{g/mol}}{8{,}9 \ \text{g/cm}^3} = 7{,}135 \ \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

Volumul ocupat de ioni este:

$$V = N \cdot V_{ion} = N \cdot \frac{4\pi r^3}{3}$$

$$V = 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot (0{,}96 \cdot 10^{-8})^3 \approx 2{,}229 \ \text{cm}^3$$

Spaţiul liber interionic este

$$\Delta V = V_{atomic} - V = 7{,}135 - 2{,}229 = 4{,}906 \ \text{cm}^3$$

19.2. Să se arate care dintre metale se pot topi la temperatura: *a*) de fierbere a apei; *b*) de peste 2 000°C (se va folosi tabela 4).

19.3. Ţinînd seama de clasificarea metalelor în tehnică după culoare, să se arate care dintre metale sînt colorate şi ce culori au.

19.4. Într-un cilindru cu apă s-au turnat mercur şi petrol cu densitatea de 0,8 g/cm³. S-a introdus apoi o bucată de litiu, una de platină şi una de plumb. Să se arate cum s-au repartizat aceste substanţe în cilindru.

19.5. Platina are masa atomică 195 şi densitatea 21,45, iar mercurul masa atomică de 200,6 şi densitatea 13,6. Să se arate care dintre metale cuprinde mai mulţi atomi într-un cm³ şi de cîte ori unul faţă de celălalt.

19.6. Folosindu-se constantele metalelor din tabela 4, să se extragă densităţile metalelor:

Aluminiu; Litiu;
Bariu; Magneziu;
Beriliu; Sodiu;
Potasiu; Radiu;
Calciu; Cesiu.

Pe baza acestor date să se calculeze volumul unui mol atomic din fiecare din metalele enumerate. Se poate oare stabili o regulă pe baza variaţiei volumelor molilor atomici ai elementelor care aparţin aceleiaşi grupe, din aceeaşi perioadă? Ce se poate spune pe baza datelor obţinute asupra variaţiei razelor atomilor de la Li către Cs, de la Ba către Ra şi de la Na către Al?

Scanned with OKEN Scanner

19.7. Folosind densităţile din tabela 4 şi masele atomice din tabela 6, să se calculeze razele atomice în Å şi să se stabilească, cu ajutorul unui grafic, variaţia razelor atomice, în funcţie de numerele de ordine ale elementelor din sistemul periodic.

19.8. Urmărind valorile conductibilităţilor electrice ale metalelor ce deosebire observăm? Ce caracteristici comune prezintă toate metalele cu privire la această proprietate fizică?

b. Proprietăţile chimice ale metalelor. Aliaje.

19.9. 4,6 g din aliajul rubidiului şi al unui alt metal alcalin, degajă la reacţia cu apa, o cantitate de 2,241 l H_2. la condiţiile normale.

Să se stabilească:

a) metalul alcalin ce formează al 2-lea component al aliajului;

b) compoziţia procentuală (de masă) a aliajului;

c) formula aliajului.

Rezolvare.

a) volumul de hidrogen de 2,24 l rezultat din reacţie corespunde la 0,1 mol H_2. Reacţia dintre metalele alcaline şi apă este:

$$2M^{I} + 2H_2O = 2M^{I}OH + H_2$$

Se observă că volumul de hidrogen dat rezultă la reacţia a 0,2 mol de metal alcalin (atomic).

Masa molară medie a aliajului este:

$$M = \frac{4{,}6\ g}{0{,}2\ mol} = 23\ \frac{g}{mol}$$

Cum masa atomică a sodiului este de 23, acesta nu poate fi component al aliajului. Cel de al 2-lea component nu poate fi decît litiul (Li) cu masa atomică 7. Masa atomică a Rb fiind 85,5 se poate scrie sistemul de ecuaţii.

$$\left.\begin{cases} x + y = 4{,}6 \\ \frac{x}{7} + \frac{y}{85{,}5} = 0{,}2 \end{cases}\right\| \Rightarrow x = 1{,}1\ g\ Li;\ y = 3{,}5\ g\ Rb$$

b) compoziţia procentuală a aliajului este:

$$Li = 100\,\frac{1{,}1}{4{,}6} = 23{,}9\% \qquad Rb = 100\,\frac{3{,}5}{85{,}5} = 76{,}1\%$$

c) Numărul de moli de Li atomic $= \frac{1{,}1}{7} = 0{,}157$

Numărul de moli de Rb atomic $= \frac{3{,}5}{85{,}5} = 0{,}04$

Scanned with OKEN Scanner

Raportul dintre numărul de atomi din compus este : $\frac{0,04}{0,04} = 1$ atom Rb ; $\frac{0,157}{0,04} = 4$ atomi Li. Formula cea mai simplă este Li_4Rb.

19.10. O placă de fier perfect curată și uscată cîtărește 200 g. Ținută într-o soluție de sulfat de cupru și apoi spălată și uscată cîtărește 202 g. Cît cupru s-a depus pe placă și ce cantiate de fier a trecut în soluție ?

Rezolvare. Reacțiile care au loc sînt :

$$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4 \text{ sau}$$

$$Fe + Cu^{+} + SO_4^{2-} = Cu + Fe^{2+} + SO_4^{2-} \text{ sau}$$

$$Fe + Cu^{2+} = Fe^{2+} + Cu.$$

Cantitatea de fier trecută în soluție este x.
Cantitatea de cupru depusă pe placă este y.
Putem scrie sistemul de ecuații :

$$\begin{cases} \frac{x}{y} = \frac{56}{63,5} \\ (200 - x) + y = 202 \end{cases} \text{ sau } \begin{cases} \frac{x}{y} = \frac{56}{63,5} \\ y - x = 2 \end{cases}$$

Prin rezolvarea sistemului găsim : $x = 14,933$ g Fe ; $y = 16,933$ g Cu.

19.11. Printr-o soluție diluată de acid sulfuric, în care au fost introduse resturi de cupru, s-a trecut un curent de aer. Cîți m^3 de oxigen au intrat în reacție, dacă s-au obținut 500 kg de sulfat de cupru $CuSO_4 \cdot 5H_2O$?

Rezolvare. Cuprul nu este atacat de acidul sulfuric diluat, însă, sub acțiunea oxigenului, trece în oxid care reacționează mai departe.

$2Cu + O_2 = 2CuO$; $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$.
1 mol $CuSO_4 \cdot 5H_2O = 64 + 96 + 90 = 250$ g.
La 250 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ corespund 16 g oxigen intrate în reacție
La 500 000 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ corespund x

$$x = \frac{500\,000 \cdot 16}{250} = 32\,000 \text{ g}.$$

32 g de oxigen ocupă volumul de 22,4 l. Atunci

$$V = \frac{32\,000}{32} \cdot 22,4 = 22\,400 \text{ l} = 22,4 \text{ m}^3.$$

19.12. Ce acid — clorhidric sau azotic — se poate folosi pentru a dizolva aliajul format din cupru-argint ? Din ce cauză ? Să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice ce au loc.

19.13. În evul mediu, pentru prepararea $ZnCl_2$, $FeCl_2$, AgCl și $AuCl_3$, metalele respective erau dizolvate în acid clorhidric sau în apă regală (amestec

de trei părți acid clorhidric și o parte acid azotic). În ce cazuri era folosit acidul clorhidric și în ce cazuri era folosită apa regală și de ce? Să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice respective.

19.14. În soluțiile următoarelor săruri: sulfat de magneziu, azotat de plumb, sulfat de cupru, azotat de argint și azotat de mercur sînt introduse plăci de nichel. Cu care din aceste săruri va intra nichelul în reacție? Să se scrie ecuațiile acestor reacții.

19.15. Între care din următoarele substanțe luate cîte două se pot produce reacții chimice, dacă sărurile și acizii sînt luați sub formă de soluții diluate?

$Cu + HCl$ $\quad$ $Fe + Zn(NO_3)_2$
$Cu + Mg(NO_3)_2$ $\quad$ $Mg + H_2SO_4$
$Zn + Pb(CH_3-COO)_2$ $\quad$ $Ag + HCl$
$Cu + AgNO_3$

Să se scrie ecuațiile reacțiilor care au loc și să se motiveze de ce unele din reacții nu se produc.

19.16. Într-o soluție de clorură mercurică $HgCl_2$, s-a scufundat o placă de cupru cu masa de 50 g. După terminarea reacției, placa a fost scoasă din soluție, spălată, uscată și cîntărită. Masa ei a fost egală cu 52,74 g. Cîte grame $HgCl_2$ au fost în soluție?

19.17. Se dizolvă în apă 5 g dintr-un amestec de NaCl și KCl. În acest amestec se adaugă o soluție care cuprinde 16 g de azotat de argint pur. Precipitatul format este cules pe un filtru, spălat și uscat. El cîntărește 10,156 g. În lichidul filtrat se introduce o lamă de cupru și se lasă cîtva timp. Se îndepărtează depozitul de pe lamă, se usucă și se cîntărește. Se cere: *a*) masa fiecărei cloruri; *b*) pierderea în greutate a lamei.

19.18. Ce metal se va separa prin răcirea unui aliaj lichid de cupru și aluminiu care conține 25% cupru, dacă eutecticului îi corespunde compoziția: 67,5% aluminiu și 32,5% cupru? Cîte grame din acest metal se vor separa din 200 g de aliaj? (Aliajul cu temperatura de topire cea mai joasă se numește eutectic, iar temperatura la care se topește este temperatura eutectică.)

Rezolvare. Se calculează cîte grame din fiecare metal există în aliaj:

$$200 \cdot 0{,}25 = 50 \text{ g Cu}$$
$$200 \cdot 0{,}75 = 150 \text{ g Al.}$$

Deoarece conținutul procentual al cuprului din aliaj este mai mic decît conținutul lui în eutectic, atunci acesta va intra în întregime în compoziția eutecticului.

Atunci masa eutecticului va fi:

32,5 g Cu se găsesc în 100 g eutectic
50 g Cu se găsesc în x

$$x = \frac{5\,000}{32{,}5} = 153{,}84 \text{ g.}$$

Partea rămasă din aliaj este formată din cristale de aluminiu incluse în eutectic.

Masa de aluminiu separat este:

$$200 - 153{,}84 = 46{,}16 \text{ g Al.}$$

19.19. Aliajul de cupru cu aluminiul reprezintă un compus chimic care conține 12,3% aluminiu. Stabiliți formula acestui compus.

Rezolvare. În 100 g de aliaj, numărul molilor din fiecare metal atomic este:

$$\text{Al}: \frac{12{,}3}{27} = 0{,}455; \quad \text{Cu}: \frac{87{,}7}{64} = 1{,}37.$$

Raportul dintre numărul de atomi din compus este:

$$\frac{0{,}455}{0{,}455} = 1 \text{ atom Al}; \quad \frac{1{,}37}{0{,}455} = 3 \text{ atomi Cu.}$$

Cea mai simplă formulă este: Cu_3Al.

19.20. Pentru a obține un aliaj de aluminiu cu nichel, metalele au fost luate într-o astfel de proporție, încît la 10 atomi de aluminiu să revină un atom de nichel. Care este procentul de aluminiu din acest aliaj?

19.21. Un aliaj conține 80% nichel și 20% crom. Calculați numărul de moli de nichel care revin la un mol de crom atomic.

19.22. La obținerea aliajului dintre magneziu și aluminiu are loc o combinație chimică. Să se stabilească formula acestei combinații care cuprinde 45,77% aluminiu și 54,23% magneziu.

19.23. Monedele obișnuite de argint se bat dintr-un aliaj care conține cantități de cupru și argint egale în greutate. Cîte grame de cupru sînt conținute în 200 g dintr-un astfel de aliaj sub formă de cristale cuprinse în eutectic, dacă eutecticul are compoziția 28% Cu și 72% Ag?

19.24. 20 g dintr-un aliaj de argint și cupru se dizolvă complet în acid sulfuric concetrat. Gazul rezultat este trimis într-un exces de apă de clor. Se toarnă apoi în soluția foarte diluată, o soluție de $BaCl_2$ în mic exces. Precipitatul obținut fiind spălat și uscat cîntărește 47,765 g. Se cere compoziția în greutate a aliajului.

19.26. Din 2,851 g de strunjitură de fontă, după tratarea corespunzătoare, s-au obținut 0,0824 g de precipitat calcinat de SiO_2. Să se calculeze conținutul procentual de siliciu din fonta analizată. (Se vor folosi masele atomice din tabela 6).

19.26. Din 0,8325 g de alamă, formată numai din cupru, staniu și zinc, s-au obținut la analiză 0,6728 g CuCNS și 0,0423 g SnO_2. Să se calculeze compoziția procentuală a alamei analizate. (Se vor folosi masele atomice din tabela 6).

Scanned with OKEN Scanner

c. Obținerea metalelor

19.27. Prin ce metode se obțin metalele și care sînt reacțiile care au loc la obținerea lor din următoarele substanțe : Fe_2O_3, NiO, PbS și $CaCl_2$?

19.28. Cel mai răspîndit minereu din care se extrage cromul este cromitul $Fe(CrO_2)_2$. Să se calculeze procentul de impurități care se găsesc în minereu, dacă dintr-o tonă de cromit rezultă 240 kg de fero-crom (aliaj de fier și crom) care conține 65% crom.

19.29. Un minereu de zinc conține 30% ZnS. Ce volum de bioxid de sulf se poate obține dintr-o tonă de minereu prin prăjire și cît zinc se poate obține ? Să se scrie ecuațiile reacțiilor care au loc.

La fabricarea cărei substanțe chimice de bază se folosește bioxidul de sulf și ce cantitate de substanță se poate obține teoretic din fiecare tonă de minereu ?

19.30. Căldura de descompunere a MnO_2 este — 123 kcal/mol, iar căldura de formare a Al_2O_3 este de 380 kcal/mol. Să se determine efectul caloric al reacției de reducere aluminotermică a bioxidului de mangan. Cît mangan se obține folosind 1 kg de aluminiu ?

19.31. Pornind de la pirită, să se arate patru din metodele de preparare a metalelor pentru obținerea fierului, scriindu-se și ecuațiile reacțiilor chimice respective. În afară de fier, ce produs principal se mai obține din pirită ? Dacă se folosesc 180 g de pirită, care sînt cantitățile celor două produse principale ce se pot obține ?

2. Metalele grupei I principale

a. Sodiul și compușii lui

19.32. Să se calculeze cantitatea de sodiu și volumul de oxigen ce rezultă prin electroliza a 2 kg de topitură de hidroxid de sodiu.

Să se verifice legea conservării maselor.

19.33. Prin electroliza clorurii de sodiu topite se obține 1 m^3 de clor gazos la temperatura de 27°C și presiunea de 2 atm. Să se calculeze cantitatea de clorură de sodiu care a fost descompusă prin electroliză.

19.34. Se tratează 1 g de sodiu metalic cu apă distilată, din care rezultă 0,448 l de hidrogen, la condițiile normale. Să se calculeze puritatea sodiului folosit. Ce concetrație are soluția dacă s-au folosit 10 g H_2O ?

19.35. Aliajul de sodiu cu plumb, care conține 30,8% sodiu și 69,2% plumb este un compus chimic al acestor metale. Care este formula acestui compus ? Ce cantitate de H_2SO_4 se consumă la dizolvarea unui gram de aliaj ?

Scanned with OKEN Scanner

19.36. Să se calculeze volumul de bioxid de carbon necesar transformării carbonatului de sodiu din 500 cm^3 de soluție bimolară în bicarbonat de sodiu. Cît bicarbonat exprimat în moli va rezulta?

19.37. Ce cantități de produse se obțin la electroliza hidroxidului de sodiu topit, folosind un curent de intensitate 0,2 A, în timp de 5 ore?

19.38. Într-o uzină de produse cloro-sodice se produc, printre altele, și 150 000 t/an de carbonat acid brut, folosind procedeul amoniacal. Să se calculeze
a) consumul teoretic pe an de clorură de sodiu cu 5% impurități;
b) cantitatea teortică de piatră-de-var cu *a*% impurități;
c) cantitatea de sodă calcinată ce se poate obține din producția de carbonat acid arătată mai sus.

19.39. Să se calculeze cantitatea de clorură de sodiu necesară obținerii a 2 000 t de sodă calcinată, folosind procedeul amoniacal. Care este cantitatea de clorură de calciu anhidră care rezultă ca produs secundar?

Să se scrie toate ecuațiile reacțiilor chimice care au loc, atît la obținerea sodei cît și pentru obținerea CO_2 și a recuperării amoniacului.

19.40. Un amestec de carbonat acid și carbonat de sodiu cu masa de 200 g s-a încălzit pînă ce masa a rămas constantă. Printr-o nouă cîntărire s-au găsit 170 g. Cîte procente de carbonat de sodiu a cuprins amestecul inițial?

19.41. La analiza unei soluții naturale de sare de bucătărie s-au găsit 2 030 g de sulfat de sodiu în fiecare m^3. Ce cantitate de clorură de bariu trebuie adăugată (calculul trebuie să se facă pentru o sare anhidră), pentru a îndepărta întreaga cantitate de sulfat de sodiu? Care este concentrația molară în sulfat de sodiu?

19.42. La neutralizarea acizilor tari se înlocuiește deseori hidroxidul de sodiu cu carbonatul de sodiu. Să se calculeze cîte grame de Na_2CO_3 sînt necesare pentru a înlocui 100 g NaOH?

19.43. Cîte volume de soluție de 52% NaOH, cu densitatea de 1,56 g/cm^3 și de apă trebuie să fie amestecate, pentru a prepara o tonă de soluție de 16% NaOH? (Nu se ține seama de contracția de volum.)

19.44. Ce cantitate de sodă cristalizată a reacționat cu acid clorhidric, dacă gazul degajat ocupă un volum de 40 l la 800 mm Hg și 27°C?

b. Potasiul și compușii lui

19.45. Să se arate dacă sînt posibili compușii potasiului cu oxigenul care să conțină 17% oxigen și 45,1% oxigen. Care sînt acești oxizi?

19.46. Ce cantitate de hidroxid de potasiu se poate obține prin adăugarea de var stins în exces în 100 g de carbonat de potasiu, dacă se admite că 5% din KOH se pierde la rafinarea produselor?

Scanned with OKEN Scanner

19.47. Cum se poate obține hidroxid de potasiu, hipoclorit de potasiu și clorat de potasiu prin electroliza clorurii de potasiu? Să se scrie ecuațiile reacțiilor care au loc și să se calculeze ce cantitate din aceste substanțe rezultă din 100 g KCl?

19.48. Ce substanțe se obțin și în ce cantitate, prin saturarea soluțiilor reci de hidroxid de potasiu cu: *a)* clor, *b)* bioxid de sulf, *c)* bioxid de carbon, *d)* hidrogen sulfurat. Să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice și să se calculeze cantitățile de substanță care rezultă, dacă se folosesc cîte 500 cm^3 de soluție $\frac{M}{2}$.

19.49. 100 cm^3 soluție de KOH $\frac{M}{2}$ a fost tratată cu o soluție de $BaCl_2$ rezultînd 0,5 g precipitat. Care a fost puritatea hidroxidului folosit?

19.50. Se dizolvă 3,02 g de potasă caustică (pură), care este parțial carbonatată și hidratată la contactul cu aerul, în 100 cm^3 de apă și se împarte soluția obținută în două părți egale A și B.

În A se adaugă acid clorhidric de concentrație $\frac{M}{1}$ în prezența turnesolului, pînă la virarea culorii de la albastru la violet, consumîndu-se 15 cm^3. În B se adaugă un exces de clorură de calciu, aducînd volumul soluției la 2 V cm^3. Se filtrează și se iau V cm^3. Se titrează din nou cu același acid. Virajul se produce prin adăugarea a 2,5 cm^3 de acid. Se cere conținutul produsului analizat: *a)* în KOH liber; *b)* în K_2CO_3; *c)* în apă.

19.51. Un amestec de bicarbonat de sodiu și bicarbonat de potasiu care cîntărește 25 g, se calcinează pînă ce capătă o masă constantă. Prin calcinare se degajează 5,919 l de gaz. Să se calculeze cantitățile din fiecare bicarbonat care intră în compoziția amestecului.

3. Metalele grupei a II-a principale

a. Magneziul, calciul și compușii lor

19.52. Să se dea exemple de reacții în care au loc procesele exprimate pe scurt în următoarele cazuri:

$$Mg^{2+} \rightarrow Mg$$
$$Mg^{2+} + 2HO^- \rightarrow Mg(OH)_2$$
$$Mg(OH)_2 + ? \rightarrow Mg^{2+} + ?$$

19.53. Compoziția „magneziului alb" se exprimă prin formula: $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2$. Să se stabilească ecuația reacției care se produce cînd se tratează magneziul alb cu soluție de acid sulfuric. Cîți litri de CO_2 se degajează, la condițiile normale, dacă se folosesc 100 g din această substanță?

19.54. Se dizolvă 555 g de carnalit $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ în 1 445 g de apă. Care este concentrația procentuală în soluție pentru fiecare clorură? Dar molaritatea, dacă densitatea soluției este 1,2 g/cm^3?

19.55. Ce volum de soluție de acid clorhidric 35,38% ($\rho = 1{,}18$ g/cm³) este necesar pentru dizolvarea unui aliaj care conține 24% Mg și 76% Al?

19.56. Varul ars conține deseori urme de calcar și nisip. Cum se pot identifica aceste substanțe străine în var? De ce nu se recomandă păstrarea în aer liber a varului nestins? Să se explice răspunsurile scriind și ecuațiile reacțiilor chimice folosite la identificare.

19.57. La alegerea unei probe de var ars pur, adăugarea apei a fost oprită cînd greutatea probei a crescut cu 30%. A fost stinsă întreaga cantitate de var?

19.58. Într-o soluție se pot găsi simultan următorii ioni în concentrație mare: *a)* Mg^{2+} și Ca^{2+}, *b)* Ca^{2+} și Cl^-, *c)* Ca^{2+} și CO_3^{2-}, *d)* Ca^{2+} și HCO_3^- *e)* Ca^{2+} și PO_4^{3-}, *f)* Ca^{2+} și $H_2PO_4^-$?
Să se explice prin reacții.

19.59. Se numește grad de ardere a calcarului raportul dintre cantitatea de carbonat de calciu descompusă și cantitatea de carbonat de calciu cuprinsă în calcar înainte de ardere. Să se calculeze gradul de ardere a calcarului pentru cazul cînd, în varul ars scos din cuptor, la 88 de părți în greutate de CaO revin 9 părți în greutate $CaCO_3$ nedescompus.

19.60. Ce cantitate de carbonat de calciu va lua naștere prin acțiunea clorurii de calciu în exces, asupra a 500 cm³ de soluție semimolară de sodă? Care din sărurile de calciu se poate transforma în acetat? (Reacții și justificare.)

19.61. Lăsînd deschis un borcan de sticlă în care se găsește apă de barită, pereții interiori ai sticlei se acoperă cu un strat subțire alb. Se cere să se îndepărteze stratul alb depus. Ce se folosește în acest scop: *a)* apa, *b)* soluție de acid clorhidric, *c)* soluție de H_2SO_4? Din ce cauză?

19.62. Se ia o probă de 2 g de var stins și se dizolvă în soluție de acid clorhidric. Se obțin 20 cm³ de bioxid de carbon în condiții normale. Care este puritatea varului obținut, dacă piatra-de-var folosită a fost curată?

19.63. Într-un vas cu apă se găsește 1 g de carbonat de calciu în suspensie. Prin el se barbotează un curent de aer care conține bioxid de carbon, pînă la dispariția tulburelii. Care este procentul de bioxid de carbon din aerul folosit, dacă se barbotează 20 l de aer în condițiile normale?

19.64. Ce volum de gaz carbonic la condițiile normale trebuie trecut prin 100 cm³ de apă de var saturată: 1) pentru a avea precipitatul cel mai abundent; 2) pentru a face să dispară precipitatul? (Solubilitatea hidroxidului de calciu la 20°C este: 1,56 g/l.)

Scanned with OKEN Scanner

b. Duritatea apei

Apa dură este aceea care are gust sălciu, nu face spumă cu săpunul (nu este bună la spălat), nu fierbe legumele și depune piatră pe pereții cazanelor mașinilor termice și ale generatoarelor de abur. Aceasta se datorește în special sărurilor de calciu și magneziu, ca: cloruri, carbonați acizi și sulfați.

Duritatea provocată de carbonați acizi se numește *temporară* și se înlătură prin fierbere.

Duritatea provocată de cloruri și sulfați nu se înlătură decît prin procedee chimice și se numește duritate *permanentă*. Suma durităților temporară și permanentă se numește duritate *totală*.

Pe cale chimică, duritatea apei se înlătură prin tratare cu sodă, fosfat de sodiu, permutiți etc. Permutiții sau permutitele sînt silicați cu structură macromoleculară tridimensională, afînați, care fac parte din grupa zeoliților.

Se obțin sintetic prin topirea cuarțului cu caolin și Na_2CO_3. La contactul permutiților cu apa dură, se absorb ionii de Ca^{2+}, înlocuindu-se cu ionii de Na^+ ce trec în soluție. Prin tratarea cu NaCl are loc schimbul invers, regenerîndu-se permutitul și fiind bun pentru o nouă întrebuințare.

În ultimul timp sînt folosiți pe scară largă schimbători de ioni organici, care sînt rășini sintetice. Ei sînt de două feluri: schimbători de cationi și schimbători de anioni. Cu ajutorul lor se obține apă deionizată, echivalentă apei distilate pure.

Duritatea apei se exprimă în grade de duritate. *Un grad de duritate corespunde la 10* mg *CaO (echivalent sărurilor de calciu) sau 7* mg *MgO (echivalent sărurilor de magneziu) la litrul de apă dură.*

19.65. Prin analiză s-a stabilit că o apă dură cuprinde în 500 cm^3 0,162 g de carbonat acid de calciu, 0,068 g de sulfat de calciu și 0,2 g de clorură de magneziu. Cîte grade de duritate are apa?

Rezolvare.

1 mol $Ca(HCO_3)_2 = 40+2(1+12+48) = 162$ g
1 mol $CaSO_4 = 40+32+64 = 136$ g
1 mol $MgCl_2 = 24+2\cdot 35,5 = 95$ g

Calculăm cantitățile de oxid de magneziu și calciu.

La 162 g $Ca(HCO_3)_2$ corespund 56 g CaO.
La 0,162 g $Ca(HCO_3)_2$ corespund x

$$x = \frac{56\cdot 0,162}{162} = 0,056 \text{ g} = 56 \text{ mg CaO}.$$

La 136 g $CaSO_4$ corespund 56 g CaO.
0,068 g $CaSO_4$ corespund y

$$y=\frac{56\cdot 0{,}068}{136}=\frac{56}{2\cdot 1\,000}=0{,}028 \text{ g}=28 \text{ mg CaO}.$$

La 95 g $MgCl_2$ corespund 40 g MgO
La 0,2 g $MgCl_2$ corespund z

$$z=\frac{0{,}2\cdot 40}{95}=0{,}084 \text{ g}=84 \text{ mg MgO}.$$

Cantitatea de CaO = 56 + 28 = 84 mg.
Pentru 1 litru cantitățile vor fi duble.
Numărul de grade corespunzător sărurilor de calciu este:

$$\frac{84}{5}=16{,}8 \text{ grade}.$$

Numărul de grade corespunzător sărurilor de Mg este: $2\cdot\frac{84}{7}=24$ grade.
Duritatea totală este: 16,8 + 24 = 40,8 grade.

19.66 De ce duritatea datorită prezenței în apă a $Ca(HCO_3)_2$ sau a $Mg(HCO_3)_2$ se numește temporară? Ce reacții chimice au loc: *a)* la fierberea apei dure care conține $Ca(HCO_3)_2$; *b)* la adăugarea în apă a Na_2CO_3; *c)* la adăugarea în apă a Na_3PO_4; *d)* la adăugarea de $Ca(OH)_2$?

19.67. Să se determine duritatea unei ape (în grade) știind că pentru epurarea ei, la 100 l apă s-au folosit 7 g de hidroxid de calciu.

19.68. 50 l de apă conțin 4,5 g de carbonat acid de magneziu. Să se exprime în grade duritatea temporară a apei.

19.69. Determinarea durității temporare a apei se reduce la titrarea a unui anumit volum de apă cu o soluție de acid clorhidric de concentrație cunoscută, în prezența indicatorului metil-orange.

Care este duritatea temporară a apei, dacă la titrarea a 100 cm^3 de apă de la robinet s-au consumat 2,5 cm^3 de soluție de acid clorhidric cu titrul 0,004?

19.70. Care este duritatea apei ce conține ioni de calciu, dacă pentru îndepărtarea ei s-au folosit 15,9 g de carbonat de sodiu la 100 l de apă?

19.71. Prin analiză s-a stabilit că într-un litru de apă se găsesc 42 mg de ioni Mg^{2+} și 112 mg de ioni Ca^{2+}. Să se calculeze duritatea totală a apei.

19.72. În 5 l de apă de izvor se găsesc prin analiză următoarele săruri: 0,6 g de bicarbonat de calciu, 0,1 g de sulfat de calciu și 0,5 g de sulfat de magneziu. Să se calculeze duritatea totală a apei.

Scanned with OKEN Scanner

4. Metalele grupei a III-a principale

Aluminiul și compușii lui

19.73. Cum se poate obține hidroxid de aluminiu plecînd de la aluminiu? Să se stabilească ecuațiile reacțiilor chimice respective.

19.74. Doi elevi, efectuînd experiența în care se produce reacția dintre sulfatul de aluminiu și soda caustică, folosesc aceleași soluții, însă le amestecă în eprubetă în ordine diferită. Din ce cauză un elev obține un precipitat care rămîne și celălalt un precipitat care dispare imediat? Să se scrie ecuațiile reacțiilor care au avut loc.

19.75. Se tratează 6 g sulfură de aluminiu cu apă caldă. Se va produce o degajare violentă de gaze. Să se stabilească volumul gazului care se degajează. De ce nu se poate obține sulfura de aluminiu prin tratare cu o sulfură alcalină a unei sări de aluminiu în soluție?

19.76. Să se calculeze cantitatea de aluminiu care prin reacție cu o soluție de bază alcalină degajă 11,2 l normali de hidrogen. Ce cantitate de compus rezultă din soluția de NaOH?

19.77. Ce cantitate de aluminiu trebuie folosită pentru a obține 10 g Fe din oxidul său mixt? Dar de mangan din bioxidul de mangan?

19.78. Se tratează o soluție de clorură de aluminiu cu 10 g de carbonat de sodiu în soluție. Ce substanță care se poate filtra rezultă și în ce cantitate?

19.79. Cîte grame de sulfat neutru de potasiu sînt necesare pentru a obține 2 kg de alaun de potasiu și cîte grame de apă de cristalizare conține această cantitate? Dacă alaunul se dizolvă în 5 litri apă, ce concentrație are soluția?

5. Metalele grupei a IV-a principale

Staniul, plumbul și compușii lor

19.80. De ce, fiind acoperit cu cositor (spoit), fierul rugineşte repede în locurile unde s-a deteriorat stratul superficial, iar în cazul cînd se acoperă cu zinc nu se deteriorează? Să se reprezinte schematic interpretarea fenomenului.

19.81. Din reacția dintre 23,75 g Sn metalic și un exces de acid clorhidric s-a degajat o cantitate de hidrogen cu care s-a redus oxidul de cupru, obținîndu-se 12,72 g Cu metalic. Care este echivalentul staniului? (Cu=63,57).

Scanned with OKEN Scanner

19.82. Să se calculeze volumul de soluție de hidroxid de sodiu cu concentrația $\frac{M}{2}$, pentru a transforma complet 100 g de soluție de clorură stanoasă cu concentrația de 60% în stanit de sodiu (Sn = 118,7).

19.83. *a)* Cît staniu se poate obține din 5 t de casiterit cu puritate de 92% dacă randamentul reacției este de 80% ?

b) Cît plumb și bioxid de sulf se poate obține dintr-o tonă de galenă dacă randamentul fiecărei reacții este de 90% ? (Pb = 207,2 ; Sn = 118,7).

19.84. Se dizolvă 2 g de aliaj de Sn—Pb cu 50% Sn în soluție concentrată de hidroxid de potasiu la cald. Să se calculeze volumul de gaz ce se degajă la condițiile normale și consumul de hidroxid de potasiu din soluție.

Cum se face citirea compușilor de Sn și Pb ce rezultă din reacție : (Sn = = 119, Pb = 207).

19.85. Să se arate dacă PbO_2 este un peroxid. Să se argumenteze răspunsul pornind de la proprietățile acestui oxid. Ce se obține prin topirea lui cu oxidul de calciu ? Ce rol joacă plumbul în compusul obținut ?

19.86. Să se calculeze pentru condițiile normale volumul de gaze ce rezultă la tratarea a 100 g Pb cu acid azotic concentrat în exces.

19.87. Se calcinează 66,2 g de azotat de plumb pînă la descompunerea completă. Să se calculeze *a)* compoziția volumică a amestecului de gaze rezultat ; *b)* ce volum de soluție $NaOH\ \frac{M}{4}$ poate dizolva complet unul din gazele rezultate ?

19.88. Prin descompunerea azotatului de plumb prin încălzire se obțin 5 cm^3 de hipoazotidă lichidă. Dacă densitatea ei este 1,45 g/cm^3, să se calculeze masa azotatului descompus. Cît acid azotic diluat s-a consumat la obținerea azotatului plecînd de la plumb ?

6. Metalele grupei a VIII-a secundare. Subgrupa fierului

a. Fierul și compușii lui

19.89. Să se calculeze procentul de fier din următorii compuși consideraţi fără impurităţi : *a)* pirită, *b)* magnetit, *c)* siderit.

19.90. Se dizolvă 10 g de Fe curat în acid sulfuric. După aceea, soluția se evaporă pînă la sec. Să se calculeze : *a)* cantitatea de hidrogen degajată, *b)* cantitatea de calaican obținută.

19.91. Ce volum de hidrogen la 0,9 atm și 27°C este necesar pentru a obține 10 g de fier piroforic ?

19.92. Să se scrie ecuațiile reacțiilor care au loc între fier și apă și să se calculeze cantitățile substanțelor ce rezultă la reacția dintre 1 g fier : *a)* cu umezeala din aer, *b)* cu apa la 500°C, *c)* cu apa la 900°C.

Scanned with OKEN Scanner

19.93. Printr-o soluție de clorură feroasă se trece un curent de clor. Culoarea verzuie a soluției devine galbenă. Se agită apoi soluția cu praf de magneziu și devine aproape incoloră. Să se scrie ecuațiile reacțiilor (molecular și ionic) care au avut loc.

19.94. Cîți cm^3 de soluție de sodă caustică ce conține într-un cm^3 0,02 g NaOH sînt necesari pentru a transforma 1,25 g de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ în $Fe(OH)_3$?

19.95. În urma reacției dintre sulfatul feros cu acidul azotic și acidul sulfuric rezultă sulfat feric, oxid de azot și apă.

Să se stabilească cît sulfat feros corespunde cantității de 224 cm^3 de oxid de azot care a rezultat din reacție.

19.96. Prin arderea într-un curent de oxigen a 5 g de probă de oțel, s-a format 0,1 g CO_2. Care este numărul de procente de carbon ce cuprinde oțelul?

19.97. Cîte grame de arsen se pot scoate din 200 g de mispikel FeAsS (As=75)?

19.98. Se dizolvă 0,7 g de fier curat în acid sulfuric și soluția se diluează la 150 cm^3. Se iau din această soluție 20 cm^3, se colorează cu o picătură de indigo și se adaugă apă de clor. Dacă se consumă pînă la decolorarea indigoului, 25 cm^3 din apa de clor, care este volumul de clor dizolvat într-un litru de apă de clor?

19.99. Ce cantitate de $Fe(OH)_2$ poate fi oxidată pînă la $Fe(OH)_3$ cu 2 l de oxigen, al cărui volum a fost măsurat la 20°C și 750 mm Hg?

Ce cantitate de altă substanță mai intră în reacția de oxidare?

b. Nichelul, cobaltul și compușii lor

19.100. Să se stabilească procentul de cobalt din smaltină și cobaltină.

19.101. Pentru dizolvarea precipitatului de $Co(OH)_3$ s-au consumat 40 cm^3 de soluție de acid clorhidric cu densitatea 1,19 g/cm^3.
Ce cantitate de $Co(OH)_3$ s-a dizolvat?

19.102. Nichelul se combină ușor cu aluminiul pînă la 1 000°C, temperatură la care unul dintre compuși are compoziția: Al=58% și Ni=42%. Să se stabilească formula acestui compus.

19.103. Pe un obiect de fier cuprat cu dimensiunile $10 \cdot 20$ cm^2 s-a depus pe cale de electroliză un strat de nichel gros de 0,005 mm. Cît timp a durat electroliza, dacă s-a folosit un curent de 5 A? $\left(\rho_{Ni}=8{,}9 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}; k_{Ni}=304 \cdot 10^{-9} \frac{kg}{C}\right)$.

7. Metalele grupei I secundare

Cuprul, argintul, aurul și compușii lor

19.104. Cît cupru se poate extrage dintr-un minereu de cupru sulfuros care cuprinde 5% calcosină ?

19.105. Să se calculeze cantitatea de cupru care se găsește într-un kg de azurit și volumul bioxidului de carbon ce rezultă la calcinarea completă a lui.

19.106. Să se determine concentrația procentuală și molară a unei soluții formate prin amestecarea a 18 l de soluție de $CuCl_2$ 4% cu $\rho=1{,}036$ g/cm³, cu 4 l de soluție $CuCl_2$ de 22% și cu $\rho=1{,}23$ g/cm³.

19.107. Într-un exces de acid azotic diluat se dizolvă 24 g de cupru. Care este volumul oxidului de azot rezultat, dacă presiunea este de 780 torr și temperatura de 27°C ?

19.108. Cîte grame de clorură de aur se pot obține din 10 g de aur curat ? (Au=197,2). Cum se poate obține clorura ?

19.109. Știind că la descompunerea termică a 5 g de clorat de potasiu rezultă 3,04 g de clorură de potasiu și că 5 g de argint dizolvat în acid azotic sînt precipitate de 3,45 g de clorură de potasiu din care rezultă 6,18 g de clorură de argint, să se găsească masa moleculară a clorurii de potasiu și masa atomică a argintului, clorului și potasiului.

19.110. Să se stabilească raportul dintre cantitatea de argint din argentită și kerargirită.

19.111. Pentru determinarea conținutului de argint din monedele de argint s-a dizolvat în acid azotic o probă de monedă de 0,3 g, iar din soluția obținută s-a precipitat argintul cu acid clorhidric. Masa precipitatului după spălare și uscare a fost de 0,199 g. Să se calculeze în procente cantitatea de argint din monede.

19.112. Pe suprafața laterală a unui cilindru cu înălțimea de 16 cm și diametrul de 6 cm, trebuie să se depună galvanic un strat de aur cu grosimea de 0,005 mm. Ce curent și cîtă sare $K[Au(CN)_2]$ trebuie să se consume, știind că $\rho=19{,}3$ g/cm³ ?

19.113. Un gram de argint poate fi tras într-un fir lung de 2 540 m. Cîte grame de argint se pot obține dintr-un fir tot atît de gros, însă avînd lungimea ecuatorului Pămîntului (R=6 370 km) ?

19.114. Ce suprafață va avea o foaie de aur cu masa de 1 g și cu grosimea de 0,15 μm ($\rho=19{,}3$ g/cm³) ? Cîți atomi cuprinde masa de aur ?

Scanned with OKEN Scanner

19.115. Se tratează 10 g de cupru cu acid sulfuric concentrat în exces la cald. Ce volum de gaz se poate culege ? Care este masa sulfatului de cupru cristalizat ce se poate obține ?

19.116. O soluție de sulfat de cupru este împărțită în două volume egale : în prima se introduce o lamă de fier curată, iar în a doua se toarnă soluție de hidroxid de sodiu în exces și apoi se aduce la fierbere. Să se calculeze : *a)* cantitatea de precipitat formată în partea a doua de soluție, dacă masa lamei de fier a crescut cu 0,80 g (Cu=64) ; *b)* Care este molaritatea soluției de sulfat de cupru folosită, dacă volumul este 200 cm^3.

19.117. Un aliaj de aur și de cupru cu masa de 1,25 g se tratează cu un exces de acid azotic diluat. Reziduul cîntărește 1,05 g. Se cere : *a)* titrul aliajului ; *b)* masa sării de cupru care a rezultat. (Cu=64).

8. Metalele grupei a II-a secundare

a. Zincul și compușii lui

19.118. La prepararea zincului se folosește un minereu care conține 35% blendă. Să se calculeze cantitatea de zinc care se poate obține dintr-o tonă de minereu și volumul de bioxid de sulf ce se culege.

19.119. O foaie de tablă de fier pentru acoperirea caselor are dimensiunile : 1 020 mm, 650 mm, 0,3 mm. Pentru zincarea ei se consumă 0,284 kg de zinc. Să se stabilească grosimea stratului de zinc în microni și raportul dintre cantitățile de fier și zinc din tablă.

19.120. Sulfura de zinc se obține prin unirea directă a sulfului cu zincu sau prin trecerea unui curent de H_2S prin soluția unei sări a sa. În cazul al doilea, dacă se folosește soluție de $ZnCl_2$ sau $ZnSO_4$, se precipită o cantitate foarte mică de sulfură. Dacă se adaugă în prealabil acetat de sodiu sau de amoniu atunci zincul precipită complet sub formă de sulfură. Să se explice această comportare și să se scrie toate reacțiile chimice. Cîți litri de H_2S la condițiile normale se consumă pentru a precipita sub formă de sulfură tot zincul din 200 g de soluție $ZnCl_2$ 20% ?

19.121. Ce cantitate de zinc și de acid sulfuric pur trebuie să întrebuințăm pentru a obține hidrogenul necesar pentru a umple un balon sferic cu diametrul de 10 m la temperatura de 17°C și presiunea de 760 mm Hg ? Este economică metoda ? Din ce trebuie preparat hidrogenul ?

Ce cantitate de sulfat de zinc cristalizat se formează ?

19.122. Care este volumul de aer necesar pentru a oxida complet o tonă de blendă ce conține 80% sulfură de zinc pură ? Ce cantitate de soluție de acid sulfuric (în litri), cu concentrația de 77%, se poate obține utilizînd gazul sulfuros format ? (ρ=1,7 g/cm^3).

19.123. Cum se explică faptul că zincul metalic se dizolvă în soluție de clorură de amoniu ? Să se scrie ecuația reacției care are loc și să se calculeze volumul de gaz ce se degajează la condițiile normale la dizolvarea a 16,35 g de zinc în soluție de clorură de amoniu.

b. Mercurul și compușii lui

19.124. Cît mercur și bioxid de sulf se poate obține dintr-o tonă de sulfură mercurică cu 50% impurități ?

19.125. Cîți litri de clor se consumă la obținerea a 100 g de sublimat corosiv ? Cît calomel se poate obține din această cantitate de sublimat și cît mercur se consumă ?

19.126. Cîte grame de azotat mercuric trebuie calcinate, pentru a obține 108,3 g oxid de mercur ? Ce volum de substanțe gazoase se degajează la condițiile normale ?

19.127. Solubilitatea sublimatului corosiv la 100°C este 35,1 g iar la 0°C 4,1 g. Cît sublimat și cîtă apă sînt necesare pentru a obține prin recristalizare, în intervalul indicat de temperatură, un kg de sare ?

Cum se obține sublimatul corosiv ? Să se scrie ecuațiile reacțiilor de preparare a acestuia.

9. Metalele grupei a VI-a secundare

Cromul și compușii lui

19.128. Să se reprezinte structura atomului de crom și să se arate care sînt electronii de valență.

19.129. Pentru obținerea cromului curat se pornește de la cromitul de fier de Banat, care are 30% impurități, iar randamentul reacției este de 85%.

Cît crom se poate obține dintr-o tonă de cromit în condițiile de mai sus ? Să se scrie toate reacțiile care au loc. (Fe=56, Cr=52).

19.130. Să se scrie ecuația reacției de oxido-reducere care are loc între bicromatul de potasiu și sulfatul feros în mediul acid.

Rezolvare :

$$Fe^{2+}SO_4^{2-} + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2^{3+}(SO_4)_3^{2-} + K_2SO_4 + Cr_2^{3+}(SO_4)_3^{2-} + H_2O$$

Cromul se reduce de la valențele 6+ la 3+ : $Cr^{6+} + 3e^- \rightarrow Cr^{3+}$.

Fierul se oxidează de la valența 2+ la 3+ :

$$Fe^{2+} - e^- \rightarrow Fe^{3+}.$$

Avînd 2 ioni de Cr^{6+} care trebuie să ajungă la Cr^{3+} vom avea nevoie de 6 electroni, care sînt cedaţi de 6 ioni de Fe bivalent.

$$6Fe^{2+}SO_4^{2-}+K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7+H_2SO_4\rightarrow 3Fe_2^{3+}(SO_4)_3^{2-}+Cr_2^{3+}(SO_4)_3^{2-}+K_2SO_4+H_2O.$$

Oxidantul avînd 7 atomi de oxigen, vor rezulta 7 molecule de apă, fiind necesare 7 molecule de H_2SO_4, astfel că egalitatea reacţiei este:

$$6Fe^{2+}SO_4^{2-}+K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7+7H_2SO_4\rightarrow 3Fe_2^{3+}(SO_4)_3^{2-}$$
$$+Cr_2^{3+}(SO_4)_3^{2}+K_2SO_4+7H_2O.$$

19.131. Care este cantitatea de trioxid de crom ce se poate obţine din 10 g de clorură cromică? Să se scrie ecuaţiile reacţiilor prin care se trece de la clorură la oxid şi de la oxid la clorură.

10. Metalele grupei a VII-a secundare

Manganul şi compuşii lui

19.132. Într-o întreprindere metalurgică se obţin zilnic 100 kg de mangan folosind procedeul aluminotermic, iar ca materie primă bioxidul de mangan cu puritatea de 95%. La ce operaţii suplimentare este supus bioxidul de mangan şi care este consumul zilnic de bioxid? Ce produs se degajează şi ce volum are?

19.133. Printr-o soluţie de clorură manganoasă se trece un curent electric cu intensitatea de 2 A în timp de o oră. Care este cantitatea de mangan depusă, dacă randamentul de curent este de 20%?

19.134. Permanganatul de potasiu în soluţie acidă oxidează acidul oxalic $(COOH)_2$ după reacţia:

$$KMnO_4+H_2SO_4+(COOH)_2\rightarrow K_2SO_4+MnSO_4+CO_2\uparrow+H_2O.$$

Să se calculeze cantitatea de bioxid de carbon care se degajează, dacă se consumă 50 g de soluţie $KMnO_4$ cu concentraţia de 20%.

19.135. Să se scrie formulele de structură ale tuturor hidroxizilor manganului.

Să se arate şi să explice cum variază aciditatea lor.

Scanned with OKEN Scanner

Legi

Radioactivitatea naturală este propietatea pe care o au unele elemente de a emite, în mod continuu şi fără intervenţii dinafară, radiaţii invizibile cu proprietăţi speciale. Astfel: impresionează plăcile fotografice, ionizează aerul, străbat corpuri opace subţiri, produc efecte chimice şi fiziologice etc. Aceste radiaţii sînt de trei feluri, numite:

Radiaţii α — care sînt nuclee de heliu. Au masa egală cu patru unităţi de masă şi posedă două sarcini electrice pozitive.

Radiaţii β — sînt electroni care se deplasează cu viteză apropiată de viteza luminii (0,99 din aceasta).

Radiaţii γ — sînt de natură ondulatorie ca şi lumina. Lungimea lor de undă este mai mică decît a radiaţiilor X.

Emiterea de radiaţii α şi β se datoreşte dezintegrării nucleelor atomilor unor elemente, rezultînd atomi ai altor elemente chimice noi (izotopi).

Legea dezintegrării radioactive se poate enunţa astfel: *numărul de atomi ai elementului radioactiv care se dezintegrează în unitatea de timp este proporţional cu numărul total al atomilor prezenţi* $\Delta N = N \cdot \lambda \, \Delta t$.

Timpul în care jumătate din cantitatea iniţială de element radioactiv se dezintegrează se numeşte *timp de înjumătăţire* sau *perioadă de înjumătăţire* ($T^1/_2$).

Coeficientul de proporţionalitate care arată ce parte din numărul existent de atomi se dezintegrează în unitatea de timp se numeşte constantă de dezintegrare a elementului radioactiv (λ).

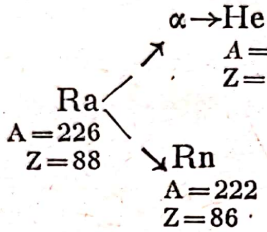
Valoarea inversă a constantei de dezintegrare se numeşte durata medie de viaţă a elementului. Durata medie de viaţă t este legată de perioada de înjumătăţire $T^1/_2$ prin relaţia:

$$t = 1{,}44\,T, \text{ deoarece } t = \frac{1}{\lambda} \text{ şi } \lambda = \frac{0{,}693}{T\frac{1}{2}}$$

Poziția în sistemul periodic al elementelor și masele atomice ale elementelor rezultate prin dezintegrare radioactivă se stabilesc pe baza legii de deplasare (Fajans-Soddy).

1. *Cînd un element sau izotop radioactiv emite o particulă α trece într-altul cu masa atomică mai mică cu patru unități și cu numărul de ordine mai mic cu două unități.* În sistemul periodic se găsește cu două căsuțe mai la stînga.

Exemplu :



sau $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Rn$

Generalizat se poate scrie :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

2. *Elementul care ia naștere printr-o dezintegrare β își păstrează masa atomică, însă numărul de ordine crește cu o unitate față de elementul inițial.* În tabel se găsește situat cu o căsuță mai la dreapta.

Exemplu :

$$\underset{\substack{A=234\\Z=90}}{UX_1} \xrightarrow{\beta} \underset{\substack{A=234\\Z=90}}{UX_2} + e^{-} \qquad \text{sau } {}^{234}_{90}UX_1 \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{234}_{91}UX_2$$

Generalizat se poate scrie :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z+1}Y + \nu$$

(ν este anti-neutrino).

Elementele radioactive naturale sînt cuprinse în trei serii : a uraniului, a actiniului și a toriului.

20.1. În care grupă din sistemul periodic trebuie să se plaseze elementul care s-a format din toriu prin emiterea a patru particule α și a două particule β ?

Să se stabilească : *a*) masa lui atomică ; *b*) valența ; *c*) numărul de electroni din stratul exterior al atomului ; *d*) formula oxidului superior ; *e*) formula compusului cu hidrogenul.

Rezolvare. Toriul se găsește în grupa a IV-a a sistemului periodic și are numărul de masă A = 232 și Z = 90.

Deplasarea elementului în tabel se va face spre stînga cu numărul de căsuțe : $4 \cdot 2 - 2 = 6$.

Urmărind de pe tabelă se va găsi în grupa a VI-a.

a) $A_1 = A - 4 \cdot 4 = 232 - 16 = 216$.

b) Valența șase.

c) Numărul electronilor de pe ultimul strat : 6 ; (2, 8, 18, 32, 18, 6).

d) Formula oxidului superior RO_3.

e) Formula compusului cu hidrogenul RH_2.

20.2. Un minereu de pehblendă conține 40% impurități. Prin dizolvarea în acid azotic se obține un compus de uraniu cu compoziția : U = 60,4%, O = 32,5% și N = 7,1%. Se cere : *a*) să se stabilească formula compusului ; *b*) constanta de dezintregrare radioactivă a uraniului dacă durata de înjumătățire, $T_{1/2} = 4{,}51 \cdot 10^9$ ani ; *c*) activitatea radioactivă a uraniului, UI, în μ ci cuprinsă în 20 g de minereu ; *d*) viața medie ; *e*) să se scrie reacția de transformare a uraniului, UI, la emiterea particulelor α și reacția de transformare a izotopului rezultat, care emite particulele β.

Rezolvare.

a) Pentru aflarea formulei compusului se calculează întîi numărul de moli atomici din fiecare element pentru 100 g de substanță, prin împărțirea procentului la masa atomică.

$\frac{60,4}{238} = 0{,}253$ moli atomici U ; $\frac{32,5}{16} = 2{,}03$ moli atomici O și $\frac{7,1}{14} \approx 0{,}5$ moli atomici N

Numărul minim de atomi din fiecare element se obține raportînd numărul de moli atomici la cel mai mic dintre ei :

$$\frac{0,253}{0,253} = 1 \text{ atom U} ; \frac{2,03}{0,253} = 8 \text{ atomi O} ; \frac{0,506}{0,253} = 2 \text{ atomi N}.$$

Formula cea mai simplă este : UO_8N_2.

Fiind un azotat se poate scrie $UO_2(NO_3)_2$, care este azotatul de uranil, ce cuprinde ionul bivalent UO_2^{2+}.

b) Constanta de dezintegrare radioactivă, λ, se obține din expresia matematică a legii dezintregrării radioactive, care duce la relația :

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

Cum $[\lambda] = s^{-1}$, se transformă timpul de înjumătățire în secunde.

$$T_{1/2} = 4{,}51 \cdot 10^9 \text{ ani} = 4{,}51 \cdot 10^9 \cdot 365{,}25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 205{,}3 \cdot 10^{15} \text{ s}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Deci :

$$\lambda = \frac{0,693}{205,3 \cdot 10^{15}} s^{-1} \approx 3,36 \cdot 10^{-18} \ s^{-1}$$

c) Pehblenda este un minereu de uraniu cu formula U_3O_8 şi care conţine o serie de oxizi de : Fe, Pb, Th, Ra, şi lantanide.

1 mol $U_3O_8 = 3 \cdot 238 + 8 \cdot 16 = 842$ g.

Cantitatea de U_3O_8 în 20 g minereu este :

$$\frac{60 \cdot 20}{100} = 12 \text{ g } U_3O_8.$$

Uraniul cuprins în cele 12 g de oxid se calculează din proporţia :

$$\frac{12}{x} = \frac{842}{714}; \ x = 10,175 \text{ g.}$$

Se ştie că 1 mol de element cuprinde un număr de atomi dat de numărul lui Avogadro ; $N = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atomi}}{\text{mol}}$

Numărul de atomi din 10,175 g U va fi :

$$n = \frac{10,175 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{238} = 257,5 \cdot 10^{20} \text{ atomi UI}$$

Din cantitatea de uraniu se va dezintegra în fiecare secundă un număr de nuclee n_1 dat de relaţia :

$$n_1 = \lambda . n = \frac{257,5 \cdot 10^{20}}{205,3 \cdot 10^{15}} = 1,524 \cdot 10^5 \frac{\text{nuclee}}{\text{s}}$$

Pentru a calcula activitatea în ci, se va împărţi numărul n_1 la $3,7 \cdot 10^{10} \frac{d}{s}$, corespunzător la 1 ci.

Deci activitatea $= \frac{n_1}{3,7 \cdot 10^{10}} = \frac{1,524 \cdot 10^5}{3,7 \cdot 10^{10}} = 0,4119 \cdot 10^{-5} \text{ci} = 4,119 \ \mu \text{ ci}$

d) Durata medie de viaţă sau viaţa medie se obţine din relaţia :

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = 1,44 \ T_{1/2} = 6,4944 \cdot 10^9 \text{ ani}$$

e)

$$^{238}_{92}UI \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{234}_{90}UX_1 ;$$

$$^{234}_{90}UX_1 \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + \nu + {}^{234}_{91}UX_2 ;$$

20.3. Constanta de dezintegrare radioactivă a radiului E este $1.6 \cdot 10^{-6} \ s^{-1}$

Să se determine durata medie de viață a acestui element și perioada de înjumătățire.

Rezolvare.

Relația dintre constanta de dezintegrare λ și durata medie de viață t este $t=\frac{1}{\lambda}$.

Din datele problemei avem $t=\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{1,6}\cdot 10^6 s=7$ zile 5h 22s.

Relația dintre durata medie și perioada de înjumătățire este

$$t=1,44T; T=\frac{t}{1,44}=\frac{10^6}{1,44\cdot 1,6}\simeq 5 \text{ zile.}$$

20.4. Perioada de înjumătățire a radiului este de 1 580 de ani. Să se calculeze durata medie de viață a radiului și constanta de dezintegrare.

20.5. În care grupă trebuie să se plaseze izotopul care se formează din uraniu 238, prin emiterea a 8 particule α și a 6 particule β ? Să se mai stabilească : *a*) masa atomică ; *b*) valența ; *c*) numărul de electroni de pe ultimul strat ; *d*) formula oxidului superior ; *e*) formula compusului hidrogenat.

20.6. Trecerea de la uraniu la radiu se face prin seria de transformări radioactive :

$$^{238}_{92}UI \xrightarrow{\alpha} UX_1 \xrightarrow{\beta} UX_2 \xrightarrow{\beta} U\ II \xrightarrow{\alpha} \underset{\text{ioniu}}{I_0} \xrightarrow{\alpha} Ra$$

Să se stabilească pentru fiecare din produsele rezultate intermediar numărul de masă și numărul atomic ; să se indice care elemente din sistemul periodic sînt izotopii lor.

20.7. Radiul trece în plumb prin seria de transformări :

$$Ra \xrightarrow{\alpha} Rn \xrightarrow{\alpha} RaA \xrightarrow{\alpha} RaB \xrightarrow{\beta} RaC \xrightarrow{\beta} RaC' \xrightarrow{\alpha} RaD \xrightarrow{\beta} RaE \xrightarrow{\beta} \underset{\text{poloniu}}{RaF} \xrightarrow{\alpha} \underset{\text{plumb}}{RaG}$$

Să se indice pentru fiecare dintre produsele de dezintegrare numărul de masă, numărul atomic și simbolul chimic al elementului izotop din sistemul periodic al elementelor.

20.8. Într-o fiolă este cuprinsă o cantitate de 1,319 g de preparat de $RaCl_2$. Să se calculeze volumul de heliu, în condiții normale, care rezultă într-un an din radiu — în echilibru cu produsele lui de dezintegrare.

Izotopi

Proprietățile chimice ale unui element sînt determinate de sarcina electrică a nucleului atomului. De această sarcină depinde numărul de electroni

care gravitează în jurul nucleului şi prin urmare faptul că atomul aparţine unui anumit element.

De aceea, atomii care au acelaşi număr de protoni (acelaşi Z), însă diferă prin numărul de neutroni (deci au masă diferită), fac parte din acelaşi element. Acestora li s-a dat numele de izotopi (izos topos = acelaşi loc).

Izotopilor li se atribuie acelaşi simbol chimic, fără a ţine seama de diferenţa de masă.

În chimie, una din însuşirile caracteristice ale unui element chimic este masa atomică. Avînd în vedere cele de mai sus, pentru elementele mixte masa atomică îşi pierde importanţa. În acest caz, ea este o valoare medie a maselor izotopilor din care este alcătuit elementul.

Fiecare izotop este caracterizat prin numărul de masă A, care se exprimă printr-un indice scris în stînga sus. De asemenea simbolurile se mai pot completa cu numărul de ordine (numărul atomic) scris jos în stînga.

Elementul clor este alcătuit din 2 izotopi cu masele 35($^{35}_{17}$Cl) şi 37($^{37}_{17}$Cl), în proporţie de aproximativ 3 : 1. Cunoscînd acestea se poate afla care este masa atomică a clorului.

$$\text{Masa atomică a clorului} = \frac{35 \cdot 75}{100} + \frac{37 \cdot 25}{100} = 35{,}5.$$

Dacă se iau proporţiile exacte, se găseşte valoarea 35,457. Dacă se cercetează tabelele cu izotopi, se găsesc nuclee ale izotopilor cu acelaşi număr de nucleoni, dar cu număr diferit de protoni. Aceştia se numesc **izobari.**

Exemple: $^{40}_{18}$Ar, $^{40}_{19}$K, $^{40}_{20}$Ca.

Izotopii ale căror nuclee au acelaşi număr de neutroni, dar un număr diferit de protoni se numesc **izotoni.**

Exemple: $^{37}_{17}$Cl, $^{38}_{18}$Ar, $^{39}_{19}$K şi $^{40}_{20}$Ca

Dezintegrarea artificială

Se ştie de la radioactivitate că variaţia temperaturii între 0°K şi 3 000°K nu modifică viteza de dezintregrare a elementelor radioactive naturale.

Pentru a interveni în procesele nucleare trebuie să folosim energii mult mai mari decît energia cinetică a unor particule corespunzătoare temperaturilor de mai sus. Aceste energii trebuie să fie de ordinul energiilor particulelor emise de substanţele radioactive.

În adevăr, s-a ajuns ca prin bombardarea nucleelor atomilor cu asemenea particule să se producă dezintegrarea lor.

Scanned with OKEN Scanner

Prima reacție de dezintegrare nucleară s-a produs prin bombardarea atomilor de azot cu particule α (nucleu de heliu).

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

Din această reacție se formează izotopul rar al oxigenului $^{17}_{8}O$ și protoni.

În reacțiile nucleare, suma numerelor de masă A trebuie să rămînă constantă, la fel ca și suma sarcinilor nucleare sau a numerelor de ordine. Urmărind exemplul de mai sus:

$$A;\ 14+4=17+1$$
$$Z;\ 7+2=8+1.$$

Reacția nucleară de mai sus este endoenergetică. Energia necesară dezintegrării a fost adusă de particula incidentă.

Alte reacții sînt exoenergetice. În acest caz, particula incidentă servește numai la declanșarea reacției nucleare. În acest sens putem da ca exemplu bombardarea aluminiului cu particule α:

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{1}_{1}H.$$

Cu cît sarcina nucleului lovit este mai mare, cu atît puterea de pătrundere a particulelor α este mai mică, de aceea ea trebuie să aibă o energie cît mai mare.

— *Relația dintre masă și energie.*

Teoria relativității (Einstein) arată că unei energii W îi corespunde o masă *m*, conform relației

$W = mc^2$, unde c = viteza luminii $= 2{,}99776 \cdot 10^{10}$ cm/s $\simeq 3 \cdot 10^{10} \frac{cm}{s}$.

Verificarea acestei legi se face cu ajutorul reacțiilor nucleare.

Prin bombardarea litiului cu protoni rezultă dintr-un atom două particule α cu energie de $\approx$8,6 MeV fiecare, sau împreună 17,13 MeV față de protonul incident care are 0,3 MeV.

Dacă se face suma exactă a maselor, se constată că reacția a avut loc cu o variație de masă.

Reacția nucleară este:

$$^{7}_{3}Li + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$$

Diferența de masă este:

$7{,}01816 + 1{,}00813 - (2 \cdot 4{,}00383) = 0{,}01857$ unități atomice de masă (u).

Energia corespunzătoare diferenței de masă se calculează după relația dintre masă și energie:

$$W = \Delta m.c^2$$

Scanned with OKEN Scanner

Știind că 1 u$=1{,}66.10^{-27}$ kg, rezultă :

$\Delta m=0{,}01857$ u$=1{,}66.10^{-27}.0{,}01857$ kg

Energia este :

$$W=1{,}66.10^{-27}.0{,}01857 \text{ kg}.(3.10^{8}\frac{\text{m}}{\text{s}})^{2}=2{,}76.10^{-12} \text{ J}$$

Știind că 1 eV (electron-volt) valorează $1{,}6\cdot10^{-19}$J, valoarea energiei este

$$W=\frac{2{,}76\cdot10^{-12}}{1{,}6\cdot10^{-19}}=17{,}25\cdot10^{6} \text{ eV}=17{,}25 \text{ MeV}.$$

Acest rezultat concordă foarte bine cu energia măsurată experimental.

Deoarece energia reacțiilor chimice este prea mică, nu se ține seama de variația masei.

— *Defect de masă și energia de legătură nucleară.*

S-a arătat că masa atomului este dată în cea mai mare parte de nucleu. Deci masa atomului ar trebui să fie egală cu suma maselor celor Z protoni, Z electroni și A-Z neutroni :

$M=Z.1{,}00782+(A-Z)$, 1,00866, unde 1,00782 este suma masei unui proton și a masei unui electron, adică (1,00727 +0,00055 =1,00782 u).

În realitate, masa determinată experimental este mai mică decît valoarea calculată ca mai sus. Diferența dintre masa calculată și cea stabilită experimental se numește defect de masă, care se exprimă fie în unități de masă, fie în unități de energie (MeV). Energia corespunzătoare unei unități atomice de masă este de circa 931 MeV.

Acest defect de masă este egal cu energia care se degajează la asocierea protonilor cu neutronii din nucleu, împărțită prin c^2. Valoarea ei se poate ridica pînă la 8,5 MeV.

Deci $\Delta m=1{,}00727\ Z+(A-Z)\ 1{,}00866-m_e$ (pentru nucleu),

$\Delta m=1{,}00782Z+(A-Z)1{,}00866-M_e$ (pentru atom), unde m_e=masa efectivă a nucleului,

M_e=masa efectivă a atomului.

20.9. Care este conținutul procentual al izotopilor ^{12}C și ^{13}C din carbonul obișnuit a cărui masă atomică este 12,011 ?

20.10. Prin ce se deosebesc după compoziția lor atomii izotopilor de : ^{16}O , ^{17}O și ^{18}O ; ^{6}Li și ^{7}Li ; ^{235}U și ^{238}U ?

20.11. Să se calculeze masa atomică a oxigenului natural alcătuit din : ^{16}O în proporție de 99,76% ; ^{17}O (0,04%) și ^{18}O (0,2%).

20.12. Hidrogenul are 3 izotopi : hidrogen și deuteriu care se găsesc în natură ($^{1}_{1}H$ și $^{2}_{1}D$) și tritiu ce se obține pe cale artificială ($^{3}_{1}T$). Să se arăte imaginea structurii atomilor acestor izotopi și prin ce diferă nucleele lor.

20.13. Neonul natural este format din izotopii : ^{20}Ne, ^{21}Ne și ^{22}Ne, cu concentrațiile 90%, 0,3% și 9,7%. Să se calculeze masa atomică medie a neonului.

20.14. Oxigenul este format din izotopii ^{16}O, ^{17}O și ^{18}O, iar carbonul, din izotopii ^{12}C și ^{13}C. Cîte feluri diferite de molecule conține bioxidul de carbon ? Să se scrie formulele lor și să se arate masa lor moleculară.

20.15. Ținînd seama că reacțiile nucleare se desfășoară conform legii conservării masei și energiei și conform legii conservării sarcinilor particulelor, să se completeze următoarele reacții nucleare :

a) Bombardament cu protoni :

1) $^{11}_{5}B + ^{1}_{1}H \rightarrow ?^{12}_{6}C$
2) $^{9}_{4}Be + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{6}_{3}Li + ?$
3) $^{19}_{9}F + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{16}_{8}O + ?$
4) $^{7}_{3}Li + ^{1}_{1}H \rightarrow ? \ ^{4}_{2}He$
5) $^{11}_{5}B + ^{1}_{1}H \rightarrow ?^{4}_{2}He$

b) Bombardament cu deuteroni :

Deuteronul este nucleul izotopului greu al hidrogenului. El este o asociație între un proton și un neutron : $^{2}_{1}H = ^{1}_{0}n + ^{1}_{1}H$.

1) $^{14}_{7}N + ^{2}_{1}H \rightarrow ?^{4}_{2}He$
2) $^{6}_{3}Li + ^{2}_{1}H \rightarrow ?^{4}_{2}He$
3) $^{14}_{7}N + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{12}_{6}C + ?$
4) $^{14}_{7}N + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{15}_{7}N + ?$
5) $^{14}_{7}N + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{15}_{8}O + ?$
6) $^{12}_{6}C + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{13}_{6}C + ?$

c) Bombardament cu neutroni :

Neutronii sînt agenți de transmutație buni, deoarece ei pot pătrunde foarte ușor în nucleu, din cauza lipsei de sarcină electrică. De aceea, cînd au viteze mari, pot trece prin nucleu fără să fie reținuți. Pentru ca reacția nucleară se aibă loc avem nevoie de neutroni lenți, numiți neutroni termici, deoarece au viteza de deplasare comparabilă cu viteza de agitație termică a moleculelor unui lichid încălzit.

Cînd se fac bombardamente cu neutroni asupra nucleelor, în special grele, se pot obține izotopi imediat superiori :

$$^{79}_{35}Br + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{80}_{35}Br$$

De asemenea se pot produce izotopi de masă jumătate și cu un defect de masă corespunzător. În acest caz avem o sciziune sau fisiune nucleară :

1) $^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{11}_{5}B + ?$
2) $^{127}_{53}I + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{128}_{53}I \rightarrow ^{128}_{54}Xe + ?$
3) $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{24}_{11}Na + ?$
4) $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{27}_{12}Mg + ?$
5) $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{28}_{13}Al + \ ?$
6) $^{107}_{47}Ag + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{106}_{47}Ag + ?$

Scanned with OKEN Scanner

d) În reacţiile de mai sus au rezultat elemente radioactive care se dezintegrează :

1) $^{24}_{11}Na \rightarrow ^{24}_{12}Mg + ?$ 3) $^{28}_{13}Al \rightarrow ^{28}_{14}Si + ?$

2) $^{27}_{12}Mg \rightarrow ^{27}_{13}Al + ?$ 4) $^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}H + ?$

e) Bombardamente pentru producerea elementelor transuranice :

1) $^{238}_{92}U + ? \rightarrow ^{239}_{92}U \rightarrow ^{239}_{93}Np + ?$

2) $^{239}_{93}Np \rightarrow ^{239}_{94}Pu + ?$

3) $^{239}_{94}Pu \rightarrow ^{235}_{92}U + ?$

(unde simbolurile $^{1}_{1}H$ = proton ; $^{1}_{0}n$ = neutron ; $^{4}_{2}He$ = particula α (nucleu de Heliu) ; $^{2}_{1}H$ = deuteron (nucleu de deuteriu) ; $^{0}_{1}e$ — electron pozitiv ; $_{-1}^{0}e$ = electron negativ, cifrele din stînga de jos reprezintă sarcinile electrice, iar cele din stînga sus, numerele de masă). Semnele de întrebare sînt în locul particulelor ce se formează sau al cifrelor.

20.16. Să se calculeze energia de legătură a unui nucleu de hidrogen greu (deuteriu.)

Rezolvare. Variaţia de masă (defect) la alcătuirea nucleului de deuteriu este :

$$\Delta m = Z \cdot 1{,}00782 + (A - Z) \cdot 1{,}00866 - 2{,}0141 = 1{,}00782 + 1{,}00866 - 2{,}0141 = 0{,}00238 \text{ g.}$$

Folosindu-ne de relaţia dintre masă şi energie, avem :

$$W = \frac{c^2 \, \Delta m}{N} = \frac{9 \cdot 10^{20} \cdot 0{,}00238}{6{,}023 \cdot 10^{23}} = 3{,}5 \cdot 10^{-6} \text{ ergi} = \frac{3{,}5 \cdot 10^{-6}}{1{,}6 \cdot 10^{-12}} \text{ eV} = 2{,}187 \cdot 10^{6} \text{ eV} = 2{,}187 \text{ MeV.}$$

20.17. Să se calculeze energia de legătură a nucleului de sodiu, dacă : $Me = 22{,}997$. Cu ce cantitate de petrol care ar arde corespunde această energie pentru un mol de sodiu, puterea calorifică a acestuia fiind 11 000 $\frac{cal}{g}$?

20.18. Ce cantitate de căldură se degajează la formarea unui gram de heliu din protoni şi neutroni ? ($Me = 4{,}0039$).

20.19. În timpul unei reacţii chimice se degajează 50 kcal. Să se calculeze variaţia masei corpurilor care au intrat în reacţie.

20.20. La fisiunea unui atom de uraniu ($^{235}_{92}U$) se eliberează o energie de 250 MeV. Care este cantitatea de petrol cu puterea calorifică de 11 000 kcal/kg care prin ardere să degajeze o cantitate de energie echivalentă cu cea degajată de fisiunea unui gram de $^{235}_{92}U$?

XXI. Formulele compuşilor organici

Diversitatea mare a compuşilor chimici care rezultă din cele 92 de elemente se datoreşte următoarelor cauze :

1) *Compoziţia calitativă* : substanţele sînt constituite din elemente diferite. Exemple : apa H_2O, acidul azotic HNO_3, alcoolul etilic C_2H_5OH etc.

2) *Compoziţia cantitativă* : substanţele pot avea aceeaşi compoziţie calitativă, însă diferă prin raporturile cantitative dintre atomii elementelor. Exemple : apa H_2O şi apa oxigenată H_2O_2.

3) *Masa moleculară* : substanţele pot avea aceeaşi compoziţie calitativă şi cantitativă, însă pot diferi între ele prin masa lor moleculară. Exemplu : aldehida formică cu formula CH_2O şi acidul acetic cu formula $(CH_2O)_2$ sau $C_2H_4O_2$ sînt formate din aceleaşi elemente, au acelaşi raport dintre numărul de atomi din moleculă, însă masele lor moleculare sînt diferite.

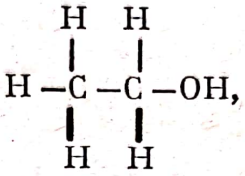
Se ştie că formula empirică a unei substanţe arată raportul numărului de atomi din moleculă, iar formula moleculară arată numărul real al atomilor. Formula moleculară a unei substanţe precizează compoziţia ei calitativă şi cantitativă şi masa moleculară.

Legea proporţiilor definite stabileşte că unei substanţe chimice îi corespund todeauna anumite elemente, combinate în proporţii definite şi mereu aceleaşi — sau, ceea ce este acelaşi lucru, unei substanţe chimice îi corespunde totdeauna aceeaşi formulă moleculară. Această concluzie a admis să se creadă că şi reciproca este adevărată, adică unei formule moleculare îi va corespunde todeauna aceeaşi substanţă chimică.

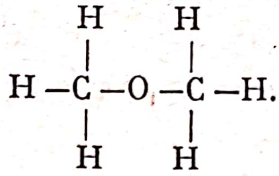
Acest fapt este verificat aproape pentru toţi compuşii minerali, însă nu este valabil pentru mulţi compuşi organici. Se cunosc mule substanţe organice care corespund aceleiaşi formule moleculare, însă prezintă proprietăţi complet deosebite. Asemenea substanţe au fost numite izomere.

Scanned with OKEN Scanner

Proprietățile fizice și chimice deosebite ale izomerilor se datoresc faptului că aceleași elemente se pot grupa (lega) în mod diferit în moleculă. Pentru a interpreta proprietățile diferite ale substanțelor, au fost imaginate scheme care să reprezinte modul diferit de legare a atomilor elementelor în moleculă. Aceste scheme au fost numite formule de structură sau de constituție. De exemplu: formulei moleculare C_2H_6O îi corespund două substanțe diferite, care sînt confirmate de experiență. Una este alcoolul etilic, cu formula de structură:



și alta este eterul dimetilic, cu formula de structură:



Formulele de structură ale substanțelor organice se stabilesc pe baza următoarelor proprietăți ale atomului de carbon:

1) În compușii organici carbonul este tetravalent.

2) Cele patru valențe ale carbonului sînt echivalente și îndreptate după anumite direcții în spațiu.

3) Valențele carbonului pot fi satisfăcute de valențele altor elemente, sau atomii de carbon își pot satisface reciproc una sau mai multe valențe.

4) Atomii se leagă între ei într-o anumită succesiune, fără a rămîne valențe libere.

Formulele moleculare ale compușilor organici se stabilesc prin analiza calitativă a compusului care arată elementele ce-l alcătuiesc, prin analiza cantitativă, care arată raportul numărului de atomi din moleculă, și prin determinarea masei moleculare a compusului. Se vor da mai jos două exemple de stabilire a formulei moleculare.

21.1. Prin analiza unei substanțe organice care conține carbon, hidrogen și oxigen s-au obținut următoarele rezultate: carbon 40% și hidrogen 6,67%. Care este formula moleculară a compusului analizat, dacă masa moleculară este egală cu 60 ?

Rezolvare.

Etapele pentru rezolvarea problemei sînt:

a) Stabilirea procentului de oxigen.

Nefiind niciodată urmărit în analiză, procentul de oxigen se stabilește prin calcul, scăzînd din 100 suma procentelor celorlalte elemente obținute din analiză. În exemplul de față:

$$100 - (40 + 6{,}67) = 53{,}33\% \text{ oxigen.}$$

b) *Stabilirea numărului de moli din fiecare element care intră în compoziția a 100 g de substanță.* Se face împărțind procentul fiecărui element la masa atomică respectivă :

$$\text{pentru carbon} : \frac{49}{12} = 3{,}33,$$

$$\text{pentru hidrogen} : \frac{6{,}67}{1} = 6{,}67,$$

$$\text{pentru oxigen} : \frac{53{,}33}{16} = 3{,}33.$$

c) *Stabilirea numărului de atomi ai fiecărui element.*

În acest scop se împarte numărul de moli la cel mai mic dintre ei :

$$\text{numărul atomilor de carbon} : \frac{3{,}33}{3{,}33} = 1,$$

$$\text{numărul atomilor de hidrogen} : \frac{6{,}67}{3{,}33} \approx 2,$$

$$\text{numărul atomilor de oxigen} : \frac{3{,}33}{3{,}33} = 1.$$

Formula empirică va fi CH_2O.

Acestei formule îi corespunde masa moleculară :

$$12+2\cdot1+16=30.$$

Deoarece substanța analizată are masa moleculară egală cu 60, rezultă că molecula este polimerizată, numărul atomilor fiind mai mare.

Gradul de polimerizare sau numărul de amplificare se calculează împărțind masa moleculară reală la cea găsită prin calcul :

$$n(12+2+16)=60\ ;\ n=\frac{60}{30}=2.$$

Compusul va avea formula $(CH_2O)_2$ sau $C_2H_4O_2$, ceea ce corespunde formulei acidului acetic, care se mai poate scrie : CH_3-COOH.

21.2. Din 0,7453 g de substanță organică se obține prin ardere : 1,7534 g de bioxid de carbon și 0,9126 g de apă. Pe de altă parte, determinînd masa specifică a substanței în stare de vapori la 100°C și sub presiune de 750 mm Hg, se găsește că 528,5 cm^3 din acești vapori cîntăresc 1,28 g. Să se stabilească formula moleculară a substanței.

Rezolvare.

a) Se calculează cantitățile de carbon și hidrogen cuprinse în 1,7534 g CO_2 și în 0,9126 g de apă :

$$\text{pentru carbon}: \frac{1{,}7534 \cdot 12}{44} = 0{,}4782 \text{ g},$$

$$\text{pentru hidrogen}: \frac{0{,}9126 \cdot 2}{18} = 0{,}1014 \text{ g},$$

pentru oxigen se stabilește prin diferență:

$$0{,}7453 - (0{,}4782 + 0{,}1014) = 0{,}1657 \text{ g},$$

f) Se calculează masa moleculară a substanței. În acest scop se află mai întîi volumul vaporilor substanței la condițiile normale (0°C și 760 mm Hg), din relația:

$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t)$$

$$\text{sau } V_0 = \frac{p \cdot V}{p_0} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t} = \frac{528{,}5 \cdot 750}{760} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{273} \cdot 100} = 381{,}72 \text{ cm}^3.$$

Știind că la condițiile normale:
unui mol (M) îi corespunde volumul de 22 400 cm³ și că masei de 1,28 g îi corespunde volumul de 381,72 cm³, se poate scrie proporția:

$$\frac{M}{1{,}28} = \frac{22\,400}{381{,}72},$$

de unde:

$$M = \frac{22{,}400 \cdot 1{,}28}{381{,}72} = 75{,}1 \text{ g}.$$

Rotunjită masa moleculară este = 75.

c) Se calculează cantitățile de carbon, hidrogen și oxigen corespunzătoare unui mol de substanță:

$$\text{pentru carbon}: \frac{75 \cdot 0{,}4782}{0{,}7453} = 48{,}1 \text{ g},$$

$$\text{pentru hidrogen}: \frac{75 \cdot 0{,}1014}{0{,}7453} = 10{,}2 \text{ g},$$

$$\text{pentru oxigen}: \frac{75 \cdot 0{,}1657}{0{,}7453} = 16{,}6 \text{ g}.$$

d) Se determină numărul de moli:

$$\text{nr. moli carbon}: \frac{48{,}1}{12} \approx 4,$$

$$\text{nr. moli hidrogen}: \frac{10{,}2}{1} \approx 10,$$

$$\text{nr. moli oxigen} : \frac{16,6}{16} \approx 1.$$

Formula moleculară va fi : $C_4H_{10}O$.

21.3. Care este structura atomului de carbon și cum se explică numărul mare de compuși pe care-i formează ?

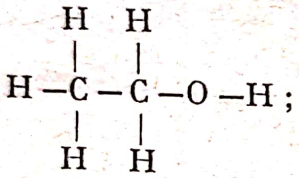
21.4. Care sînt factorii care determină proprietățile unei substanțe ?

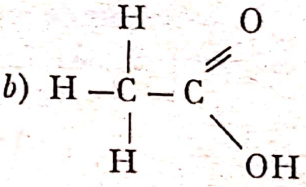
21.5. Ce sînt formulele empirice și moleculare ? Dar formulele de structură ?

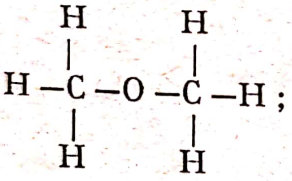
21.6. Să se scrie formulele moleculare și de structură ale gazului metan, etanului, acetilenei și ciclohexanului.

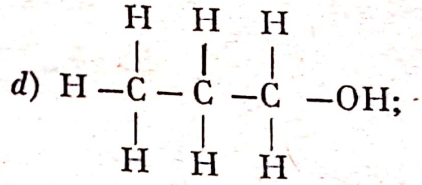
21.7. Se știe că aceleiași formule moleculare îi pot corespunde mai multe substanțe numite izomeri. Cum poate fi precizat un izomer ? Pot exista mai multe substanțe care să corespundă aceleiași formule de structură ?

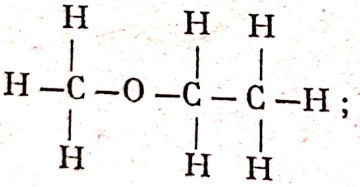
21.8. Se dau următoarele formule :

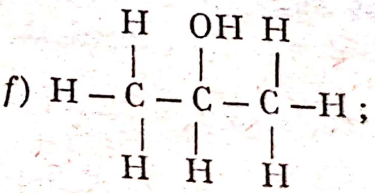
a)


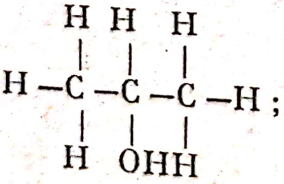
b)


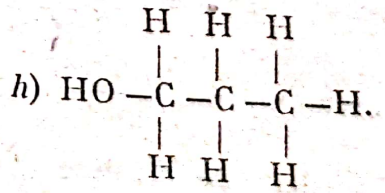
c)


d)


e)


f)


g)


h)


Să se arate cîte substanțe au fost notate prin aceste formule și care dintre substanțe sînt izomere ?

21.9. Dați exemple din care să se vadă că substanțele organice se pot obține atît din substanțele neorganice cît și din substanțele organice naturale.

21.10. Să se stabilească formula empirică a substanţei care dă la analiză următorul rezultat: carbon 75% şi hidrogen 25%.

21.11. O substanţă conţine: hidrogen 6,66%, carbon 20%, azot 46,66%. Care este formula empirică a substanţei?

21.12. Care este formula moleculară a compusului organic care a dat la analiză următorul rezultat: carbon 40%, hidrogen 6,66%? Densitatea vaporilor acestei substanţe în raport cu aerul este 6,2.

21.13. O probă dintr-o substanţă organică, ce conţine carbon, hidrogen şi sulf formează prin ardere completă 7,92 g de bioxid de carbon, 4,86 g de apă şi 5,76 g de bioxid de sulf. Să se stabilească formula moleculară a substanţei, cunoscînd că masa moleculară reală este 62.

21.14. La analiza unei substanţe organice se arde 1 g din substanţă şi se obţine: 2,397 g de bioxid de carbon şi 0,493 g de apă. Care este formula moleculară a substanţei, dacă masa ei moleculară este 110?

21.15. Hidrocarburile sînt substanţe organice care conţin numai carbon şi hidrogen. Arzînd 7,8 g dintr-o hidrocarbură, se obţin 5,4 g de apă. Ştiind că densitatea hidrocarburii în raport cu aerul este 0,89, să se afle formula ei moleculară.

21.16. Compoziţia unei substanţe organice obţinută prin analiză este: 26,66% carbon şi 2,22% hidrogen. Care este formula moleculară a substanţei, dacă masa ei moleculară este egală cu 90?

21.17. O substanţă organică lichidă dă prin analiză următorul rezultat: carbon 74,1%, hidrogen 8,6%, azot 17,3%. Densitatea substanţei în stare de vapori în raport cu aerul este 5,9.

a) Care este formula moleculară a substanţei?
b) Ce volum de aer, măsurat la 20°C, va fi necesar pentru arderea unui gram din această substanţă?

21.18. Prin analiza unei probe de 41,4 g dintr-o substanţă s-au obţinut 46,23 l CO_2 — măsuraţi la 40°C — şi 48,6 g de apă. Să se stabilească formula substanţei dacă densitatea vaporilor substanţei în raport cu hidrogenul este 23.

21.19. Într-o substanţă organică care conţine carbon, hidrogen şi oxigen, carbonul şi oxigenul se găsesc în raportul $\frac{3}{1}$ iar oxigenul şi hidrogenul în raportul $\frac{8}{5}$. Masa moleculară a substanţei fiind 74, să i se stabilească formula moleculară.

21.20. La analiza unei probe dintr-o substanţă organică care conţine carbon, hidrogen şi clor, s-au obţinut 2,8 l de bioxid de carbon — măsuraţi în condiţiile normale — şi 2,25 g de apă. Care este formula moleculară a substanţei, dacă la determinarea clorului dintr-o probă de aceeaşi greutate s-au

obținut 36,5 g de clorură de argint, iar densitatea vaporilor substanței în raport cu aerul este 2,9 ?

21.21. Se iau 0,2912 g dintr-o substanță și i se face analiza elementară, încălzindu-se împreună cu oxid de cupru. În aceste condiții, substanța se oxidează cantitativ în bioxid de carbon și apă, care sînt absorbiți apoi într-un tub cu acid sulfuric (apa) și într-un tub cu potasă caustică (bioxidul de carbon). După combustie tubul cu acid sulfuric a crescut în greutate cu 0,201 g, iar tubul cu potasă caustică a crescut cu 0,4224 g. Să se stabilească : *a*) compoziția în procente a substanței și *b*) formula moleculară, știind că are masa moleculară egală cu 182.

Scanned with OKEN Scanner

XXII. Hidrocarburi saturate

22.1. Se dau formulele următoarelor hidrocarburi :

C_2H_2 ; C_3H_6 ; C_3H_8 ; C_6H_6 ; C_5H_{12} ; $C_{10}H_{22}$; $C_{10}H_8$; C_8H_{18} ; C_7H_{16} ; C_5H_8 ; $C_{10}H_{20}$; C_4H_8.

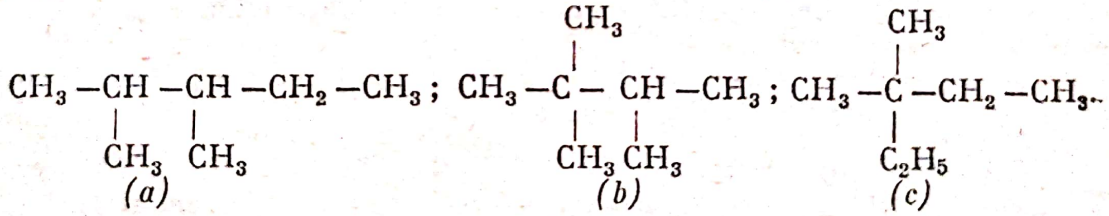
Care din aceste hidrocarburi sînt omologii superiori ai butanului.

22.2. Să se scrie formula omologilor superiori ai izobutanului.

22.3. Cîți izomeri poate avea pentanul? Dar hexanul ? Să se scrie formulele de structură ale izomerilor pentanului.

22.4. Să se scrie și să se citească după nomenclatura rațională izomerii hexanului. Să se arate care dintre ei se topesc și fierb la temperaturile cele mai scăzute.

22.5. Trei dintre izomerii heptanului corespund următoarelor formule :

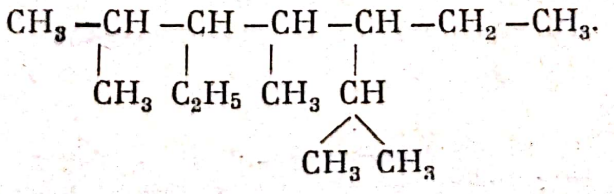


(a) *(b)* *(c)*

Care sînt denumirile acestor izomeri ?

26.6. Să se scrie formulele următoarelor substanțe : 3-metil-pentan ; 2,2-dimetil-propan și 2,2,3-trimetil-pentan.

22.7. Să se denumească substanța corespunzătoare formulei :



22.8. Cunoscînd formulele moleculare, să se afle compoziţia procentuală a celor patru derivaţi cloruraţi, ai metanului. Să se stabilească prin calcul care derivat clorurat în stare de vapori are densitatea 4,13 în raport cu aerul?

22.9. Pentru obţinerea unui litru de metan în condiţii normale să se stabilească:

a) cantitatea de carbură de aluminiu,

b) cantitatea de acetat de sodiu,

c) să se indice condiţiile de obţinere în cazul celor două metode şi să se calculeze cantitatea de aer necesară arderii complete a cantităţii de metan de mai sus. $\left(\text{Conţinutul de oxigen în aer, în volume} : \frac{1}{5}\right)$.

22.10. O cantitate de 144 g de carbură de aluminiu de puritate 84,3% se tratează cu apă fierbinte. Să se calculeze volumul de metan cules la 20°C şi 770 mm Hg

22.11. Se tratează 9,45 kg de carbură de aluminiu, de puritate 75%, cu o soluţie de acid clorhidric. La ce presiune se va găsi gazul rezultat, dacă se îmbuteliază într-un cilindru cu capacitatea de 100 l, la 20°C?

22.12. Într-un eudiometru s-au introdus 16,8 cm^3 oxigen şi un anumit volum de gaz metan. Prin explozia amestecului s-au format bioxid de carbon şi apă. După condensarea vaporilor şi tratarea amestecului de gaze cu hidroxid alcalin, volumul s-a redus la 2,8 cm^3. Măsurătorile făcîndu-se în condiţii normale, să se afle volumul de gaz metan folosit.

22.13. Într-un cilindru metalic, cu capacitatea 100 l, se găseşte metan la 27°C şi 10 atmosfere. Să se calculeze:

a) carbura de aluminiu necesară obţinerii,

b) cantitatea de negru de fum, ce se poate obţine din acest gaz prin descompunerea termică,

c) volumul de aer necesar arderii gazului şi volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurate în condiţii normale.

22.14. Într-un vas care conţine 10 l de etan, la presiunea de 760 mm Hg, 50% din volumul gazului s-a descompus în elementele componente, prin acţiunea scînteilor electrice. Să se calculeze de cîte ori s-a mărit presiunea gazului după descompunerea parţială a etanului. (Se consideră că temperatura în vas rămîne constantă.)

22.15. Două gazometre A şi B, cu capacitatea de 20 l fiecare, conţin amestecuri diferite cu metan şi etan. Să se stabilească procentele de metan şi etan în cele două gazometre ştiind că gazometrul A consumă prin ardere 275 l de aer, iar gazometrul B consumă 237,5 l de aer, măsuraţi în condiţii normale. $\left(\text{Conţinutul de oxigen în aer, în volume} : \frac{1}{5}\right)$.

22.16. Se iau 20 cm^3 de amestec gazos de hidrogen, oxid de carbon şi metan şi se introduc într-un eudiometru. Tot aici se introduc şi 30 cm^3 de oxigen

curat. Se produce aprinderea amestecului și se constată o scădere de volum de 30 cm^3. Volumul de gaz rămas fiind trecut printr-o soluție de potasă caustică se micșorează la 5 cm^3. Restul de gaz este absorbit total de o soluție alcalină de pirogalol. Să se calculeze volumul fiecărui gaz în parte.

22.17. Într-un cilindru metalic de 20 l se află gaz metan la presiunea de 30 de atmosfere și temperatura de 17°C. Cu cît se va micșora presiunea din cilindru, dacă prin arderea unei părți din acest gaz s-au obținut 200 l de bioxid de carbon măsurați la 30°C ?

22.18. Se ard în aer 10 cm^3 de gaz natural, cu compoziția 94% metan, 3% etan, 2% bioxid de carbon și 1% azot. Să se calculeze :

a) volumul de aer necesar arderii $\left(\text{conținutul în volume de oxigen în aer } \frac{1}{5}\right)$;

b) volumul de gaze rezultat în urma arderii, măsurat în condiții normale ;

c) cantitatea de apă care poate fi adusă la fierbere de la 0°C, prin arderea gazului într-o instalație de încălzire cu randamentul 92%. (Se consideră puterea calorică a metanului egală cu cea a etanului, respectiv 8 600 kcal/m^3N.)

Scanned with OKEN Scanner

~~22,4 l CH_4 ——— 22,4 l CO_2~~

9,4

22400 cm^3 CH_4 ——— 22400 cm^3 CO_2

9,4 cm^3 CH_4 ——— x

$x = 9{,}4\ cm^3\ CO_2$

~~2 · 22~~ 2 · 22400 cm^3 C_2H_6 ——— 4 · 22400 cm^3 CO_2

0,3 cm^3 C_2H_6 ——— x

$$x = \frac{0{,}3 \cdot 4^2 \cdot 22400}{2 \cdot 22400} = 0{,}6\ cm^3\ CO_2$$

22400 cm^3 N_2 ——— 2 · 22400 cm^3 NO

0,1 cm^3 N_2 ——— x

$$x = \frac{0{,}1 \cdot 2 \cdot 22400}{22400} = 0{,}2\ cm^3\ NO$$

$V_{gaze} = 9{,}4 + 0{,}6 + 0{,}2 = 10{,}2\ cm^3$

$$\eta = \frac{Q_a}{Q_c}$$

$Q_a = \eta \cdot Q_c$

$m_1 \cdot c \cdot \Delta t = \eta \cdot m_2 \cdot q$

$$m_1 = \frac{\eta \cdot m_2 \cdot q}{c \cdot \Delta t}$$

$m_1 = 92 \cdot$

$$\frac{56 \cdot 16}{224} = 4$$

56 | 14
46 | 4

224 | 16
16 | 1
64

22.18

$22400\ cm^3\ CH_4$ ——— $2 \cdot 22400\ cm^3\ O_2$

$9,4\ cm^3\ CH_4$ ——— x

$$x = \frac{9,4 \cdot 2 \cdot 22400}{22400} = 18,8\ cm^3\ O_2$$

65 +
85
45
195

$2 \cdot 22400\ cm^3\ C_2H_6$ ——— $7 \cdot 22400\ cm^3\ O_2$

$0,3\ cm^3\ C_2H_6$ ——— x

$$x = \frac{0,3 \cdot 7 \cdot 22400}{2 \cdot 22400} = 1,05\ cm^3\ O_2$$

0,3 ·
7
2,1
1,05

~~22400~~ ~~2~~

$22400\ cm^3\ N_2$ ——— $22400\ cm^3\ O_2$

$0,1\ cm^3\ N_2$ ——— x

$x = 0,1\ cm^3\ O_2$

$V_{O_2} = 18,8 + 1,05 + 0,1 = 19,95\ cm^3$

$V_{air} = 5\ V_{O_2} = 5 \cdot 19,95 = 99,75\ cm^3$

18,8 +
1,05
0,1
19,95

19,95 ·
5
99,75

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

$22,4\ l \quad 2 \cdot 22,4\ l \quad 22,4\ l \quad 2 \cdot 18\ g$

$2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$

$2 \cdot 22,4\ l \quad 7 \cdot 22,4\ l \quad 4 \cdot 22,4\ l \quad 6 \cdot 18\ g$

$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$

$22,4\ l \quad 22,4\ l \quad 2 \cdot 22,4\ l$

19,85 ·
5
25

45 +
35
80
36
25
221

Scanned with OKEN Scanner

XXIII. Hidrocarburi nesaturate

23.1. Pe baza formulei moleculare a etilenei, să se calculeze: masa moleculară, densitatea absolută, densitatea relativă în raport cu hidrogenul și compoziția procentuală.

23.2. Prin 600 g de apă de brom de concentrație 1% se trece un volum de 560 cm^3 de etenă. Ce cantitate de izobutenă va mai fi necesară pentru decolorarea completă a soluției?

23.3. Se tratează 10 g de bromură de eten cu praf de zinc în mediu alcoolic, randamentul reacției fiind 90%. Să se calculeze volumul soluției de apă de brom 3% (densitatea 1,01) necesară absorbirii totale a gazului rezultat din reacție.

23.4. Carbura de calciu poate fi folosită pentru deshidratarea alcoolului comercial. În acest scop se fierb 100 kg de soluție cu concentrația în alcool de 15% cu 80 kg carbură de calciu, de puritate 80%. Care va fi concentrația în alcool după fierbere?

23.5. Din cîte grame de carbură de calciu, cu conținut 7% impurități, rezultă 100 l de acetilenă, măsurați în condiții normale.

23.6. Într-o instalație de preparare a acetilenei prin piroliza metanului se obține acetilenă cu un randament de 90%. Să se calculeze:

a) Cantitatea de gaz metan în m^3, măsurați în condiții normale, necesară obținerii a 215 kg de acetilenă.

b) Volumul ce-l va ocupa acetilena obținută, dacă se păstrează la 17°C și 740 mm Hg.

23.7. O cantitate de 1 kg de carbură de calciu tehnică formează cu apa 252 l de acetilenă. Care este puritatea carburii de calciu, dacă randamentul reacției este 90% și care este conținutul de carbon în carbura tehnică?

23.8. Într-un eudiometru cu mercur se introduce un amestec gazos de metan, etenă și acetilenă cu volumul de 350 cm^3. Tot aici se introduce un volum

de oxigen de 950 cm^3. Prin producerea scînteii electrice, gazele ard complet, astfel că volumul se reduce la 625 cm^3. Prin spălarea gazului rezultat cu o soluție de potasă caustică, volumul se reduce din nou la 100 cm^3. Pirogalatul de potasiu absoarbe restul de gaze. Să se stabilească compoziția în volume a amestecului.

23.9. Două cantități egale de acetilenă sînt trecute, separat, una printr-o soluție acidă de permanganat de potasiu iar cealaltă prin 2 l de apă de brom, de concentrație 3% (densitate 1,01 g/cm^3) pînă ce soluțiile se decolorează complet. Se cere :

a) Să se indice care sînt produsele ce se formează în cele două soluții și în ce cantități.

b) Ce substanță și în ce cantitate s-ar obține, dacă întreaga cantitate de acetilenă ar fi trecută printr-o soluție de azotat de argint amoniacală?

23.10. Un anumit volum dintr-un amestec gazos de etenă și acetilenă se tratează cu o cantitate cunoscută de acid sulfuric luată în exces. Prin titrarea excesului de acid se găsesc 4,3135 g de acid consumat. Se ia un volum egal de amestec gazos și se trece la rece prin apa de brom. Prin titrarea bromului rezultă că s-au consumat 12,3805 g de brom. Care este volumul de gaze folosit ?

23.11. O cameră cu dimensiunile $5 \cdot 3 \cdot 4$ m conține acetilenă la 27°C și 752 mm Hg. Să se calculeze :

a) volumul de aer necesar arderii cantității de acetilenă ;

b) volumul pe care-l va ocupa bioxidul de carbon rezultat, măsurat la 17°C și două atmosfere presiune. (Se ia conținutul de oxigen în aer egal cu 1/5 în volume).

23.12. Un amestec de 100 g de carbură de calciu și carbură de aluminiu formează, prin tratare cu apă, 42 l de gaz măsurați în condiții normale. Să se calculeze cantitățile de carbură de calciu și carbură de aluminiu care formează amestecul.

23.13. Pentru sudura autogenă a unor piese se folosește un tub de oxigen cu capacitatea de 20 l la presiunea de 150 de atmosfere. Știind că pentru 1 m^3 de oxigen se consumă 0,434 m^3 de acetilenă, să se calculeze volumul de acetilenă consumat în exces, dacă presiunea din tub a scăzut după sudarea pieselor la 130 de atmosfere.

23.14. Pentru obținerea acetilenei se folosește o carbură de calciu tehnică cu 5% impurități. Știind că într-un atelier de sudură se folosesc zilnic pentru fiecare schimb 5 m^3 de acetilenă, măsurați în condiții normale, să se calculeze :

a) consumul lunar de carbură (26 zile lucrătoare), dacă sînt trei schimburi, iar carbura reacționează în proporție de 95% ;

b) cîți cilindri cu oxigen de 20 l trebuie planificați lunar, dacă sînt încărcați la 154,95 atmosfere tehnice și sînt folosiți pînă la 3,099 atmosfere tehnice la temperatura de 20°C.

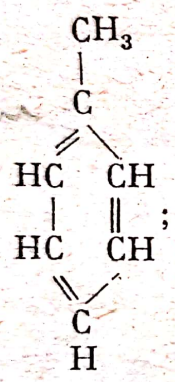
Scanned with OKEN Scanner

XXIV. Hidrocarburi aromatice

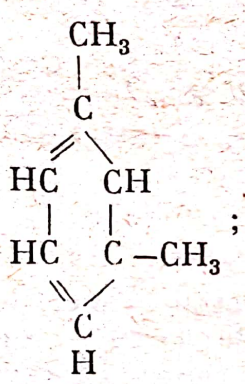
C_nH_{2n-6} C_6H_5-R

24.1. Să se denumească substanțele corespunzătoare următoarelor formule :

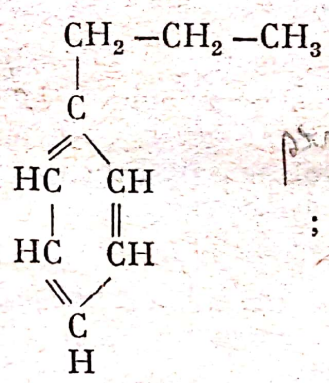
metaxilen



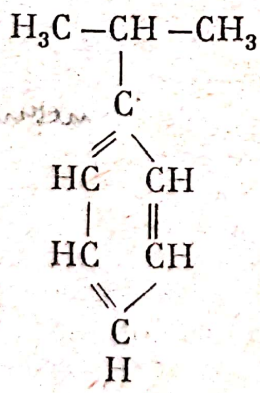
;

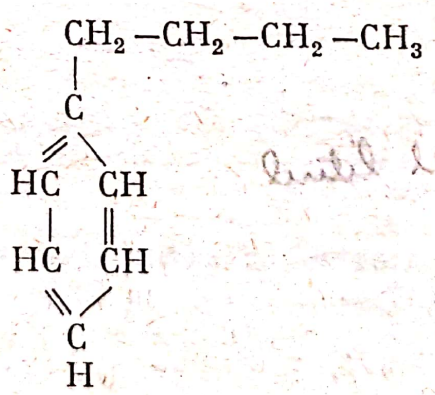


;



;





Care este forma generală a acestor hidrocarburi ?

24.2. O hidrocarbură conține carbon și hidrogen în raportul 15 : 1. Densitatea vaporilor acestei substanțe în raport cu aerul fiind 4,41, să se indice care este această hidrocarbură.

24.3. Care este cantitatea de naftalină ce se poate obține pe cale de sinteză dintr-un m^3 de acetilenă ?

Care va fi volumul hidrogenului ce se degajă din reacție, măsurat în condiții normale ?

24.4. Ce cantitate de hexaclorciclohexan se obține prin reacția de adiție a clorului din 1,5 l benzen, randamentul reacției fiind de 40% (ρ_{benzen} = =0,9 g/cm^3).

24.5. Care este randamentul reacției dintre benzen și brom, dacă prin fierberea a 4 cm^3 de benzen cu 150 g de soluție de brom de concentrație 3% se obțin 3,32 g bromură de fenil ? Ce volum de acid bromhidric se degajă în timpul reacției ?

24.6. Tetralina este tetrahidronaftalina — cu formula $C_{10}H_{12}$ — și decalina sau decahidronaftalina — cu formula $C_{10}H_{18}$ — se folosesc ca dizolvanți în industrie și se pot obține prin hirogenarea naftalinei sub presiune și în prezența catalizatorilor. Să se scrie formulele structurale ale acestor hidrocarburi și să se calculeze cantitatea de tetralină și decalină care se poate obține, separat, din 192 g de naftalină.

24.7. Acetilena se polimerizează la 600—800°C și formează benzen. Propina se polimerizează în prezența acidului sulfuric concentrat și formează un omolog al benzenului numit mezitilenă sau 1,3,5 — trimetil-benzen.

a) Să se scrie schemele reacțiilor de polimerizare în cele două cazuri.

b) Să se calculeze cantitatea de benzen care se poate obține din 12 l acetilenă și cantitatea de mezitilenă ce se obține din 12 l de propină.

24.8. Într-o uzină, la distilarea uscată a cărbunelui se obține gudron cu un randament de 4% față de cărbune. Știind că în gudron, naftalina se găsește într-un procent de 6%, iar antracenul de 1%, să se calculeze cantitățile de naftalină și antracen conținute în gudronul rezultat la distilarea unei tone de huilă.

24.9. Se ard 11,2 l de acetilenă (în condiții normale).

a) Care este volumul de aer necesar arderii complete ?

b) Dacă același volum de acetilenă se transformă în benzen, care este cantitatea de acid azotic necesară transformării benzenului obținut, în mononitrobenzen ?

24.10. Benzenul și toluenul se pot obține din gazul de cocserie. Știind că dintr-un m^3 de gaz măsurat în condiții normale se obține 30 g de benzen și 10 g de toluen, să se stabilească procentele de benzen și toluen în gazul de cocserie (1 l gaz =0,75 g).

24.11. O uzină de cocs lucrează cu randamentul în cocs de 70% din greutatea cărbunelui luat inițial. Să se calculeze cantitatea de cocs care se obține dintr-o tonă de huilă și echivalentul în kWh al cocsului obținut. (Puterea calorică a cocsului : 7 000 kcal/kg.)

Scanned with OKEN Scanner

24.12. Gazul de cocserie are aproximativ următoarea compoziție în volume: 60% hidrogen, 25% metan, 2% alte hidrocarburi, 5% oxid de carbon și 5—6% azot.

Datorită conținutului ridicat în hidrogen, din gazul de cocserie se obține industrial hidrogen, prin răcire puternică. Să se calculeze cantitatea în grame de hidrogen care se obține din 100 m^3 de gaz, dacă randamentul instalației este de 38%.

24.13. Cunoscînd că dintr-o tonă de huilă se obțin 300 m^3 de gaz de iluminat, cu compoziția, în volume: 50% hidrogen, 30% metan, 9% oxid de carbon, 5% azot și 4% etenă, acetilenă etc., se cere:

a) să se calculeze cantitatea de metan conținută în amestecul gazos, obținut prin distilarea uscată a două tone de huilă,

b) volumul de aer, măsurat în condiții normale, necesar arderii gazului rezultat din distilarea unei tone de huilă.

24.14. Gazele de sondă care însoțesc țițeiul se prelucrează și se obțin gazele lichefiabile (cu denumirea comercială de aragaz, pebegaz etc.). Compoziția aproximativă a aragazului este: butan 95% și propan 5%, iar a pebegazului: butan (izobutan) 68% și propan 32%. Puterea calorică a butanului fiind 28 500 kcal/m^3N, iar a propanului 22 700 kcal/m^3N, să se calculeze puterea calorică a celor două gaze lichefiabile.

Scanned with OKEN Scanner

XXV. Derivaţi halogenaţi

25.1. Ce cantitate de clorură de metil se poate obţine dintr-o tonă de alcool metilic ? Care este consumul de acid clorhidric ? Ce densitate relativă şi absolută are clorura de metil la condiţiile normale ?

25.2. O sticlă cu capacitatea de 500 cm^3 cuprinde 100 cm^3 de cloroform ($\rho = 1{,}5$ g/cm^3). Dacă sticla este astupată perfect, ce cantitate de cloroform rămîne nealterată ? (O_2 în aer se găseşte 1/5 în volume.)

25.3. Să se calculeze cantităţile de acetilenă şi acid clorhidric necesare pentru obţinerea clorurii de vinil, din care se obţine mai departe o tonă de policlorură de vinil. Să se verifice legea conservării masei.

25.4. Într-o uzină chimică se produce gamexan, care este folosit ca insecticid, în cantitate de 700 t/an.

Ce cantitate de gamexan se poate obţine dintr-un litru de benzen, a cărui densitate este 0,9 g/cm^3, dacă randamentul de preparare este de 78% ? Dar pentru realizarea producţiei de 700 t/an cît benzen se consumă ?

25.5. Un m^3 de propenă neexpusă la aer se tratează cu acid bromhidric gazos. Produsul rezultat se tratează mai departe cu o soluţie de hidroxid de potasiu 30%. Să se calculeze : *a*) consumul de acid bromhidric, *b*) consumul de soluţie de KOH şi concentraţia soluţiei în KBr. Ce substanţe au rezultat în cele două operaţii chimice şi cum se citesc ?

25.6. Cîte grame de cloroform şi iodoform se pot obţine din 50 g de alcool etilic absolut ? Care este consumul de iod, dacă reacţia ce are loc la obţinerea iodoformului este :

$$C_2H_5—OH + 4I_2 + 6NaOH \rightarrow CHI_3 + HCOONa + 5H_2O + 5NaI.$$

De asemenea, la formarea cloroformului numai un atom de carbon din alcool trece în cloroform, iar celălalt trece în acid.

Scanned with OKEN Scanner

26.1. Într-o instalaţie de prelucrare a metanului se lucrează cu un debit $Q_v = 96\ \frac{m^3}{h}$. Să se calculeze: *a*) cantitatea de eter etilic ce se obţine în 8 ore, dacă fiecare fază a procesului are randamentul de 90% şi eterul conţine 4% apă; *b*) cantitatea de sodiu metalic necesară obţinerii eterului anhidru. (Metanul se introduce în instalaţie la 1,2 atm şi 27°C.)

Rezolvare.

a) Reacţiile fazelor de prelucrare care au loc sînt

$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow (CH_2=CH-OH) \rightarrow CH_3-CHO$

$CH_3-CHO + H_2 \rightarrow CH_3-CH_2-OH$

$2CH_3-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O$

Reacţia globală se obţine prin însumarea celor patru reacţii:

$4CH_4 + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + 4H_2$

Randamentul fiecărei faze fiind η, randamentul global va fi η^4.

Din reacţia globală se poate scrie proporţia:

$$\frac{4 \cdot 22{,}4\ m^3 CH_4}{\eta^4\ Q_v \cdot t \cdot \frac{pT_0}{p_0 T}} = \frac{74 kg (C_2H_5)_2O}{0{,}96\ m}$$

Prin înlocuire se obţine

$m = 473{,}37$ kg eter cu 4% apă.

Cantitatea de apă din eter este

$$m_1 = \frac{4}{100} \cdot 473{,}37 \simeq 18{,}94\ kg.$$

Reacția dintre sodiu și apă este

$$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$$

Pe baza reacției, cantitatea teoretică de sodiu este

$$m_2=\frac{18,94}{18}\cdot 23=24,2 \text{ kg}$$

Practic $m_2>24,2$ kg

26.2. Să se scrie formulele semistructurale ale tuturor monoalcoolilor izomeri, care se pot obține de la butan și izobutan. Să se facă citirea lor și să se arate ce fel de alcooli sînt. Plecînd de la aldehida acetică, cum se poate obține unul dintre alcoolii izomeri ?

26.3. Să se calculeze masa moleculară a alcoolului care cuprinde o singură grupare hidroxil în moleculă, dacă prin formarea a 2,05 g de alcoolat de sodiu se degajează 280 cm^3 H_2 măsurat în condițiile normale. Să se scrie formulele tuturor izomerilor posibili ce-i poate da formula moleculară de mai sus și să se citească după nomenclatura rațională.

26.4. Compoziția gazului de apă fiind 45% CO, 45% H_2, 5% CO_2, CH_4 și restul azot, să se stabilească :

a) Hidrogenul necesar obținerii alcoolului metilic dintr-un m^3 de gaz de apă cu compoziția de mai sus.

b) Cantitatea de alcool obținută.

26.5. Se dă 1 l de alcool metilic ($\rho=0,8$ g/cm^3).

Să se stabilească :

a) Cantitatea de oxid de carbon necesară sintezei lui.

b) Sodiul necesar transformării lui în metilat de sodiu.

c) Cantitatea de oxigen necesară transformării alcoolului în aldehidă.

26.6. La o instalație de cracare a petrolului se formează zilnic circa 1 000 m^3 de etenă, măsurată la condiții normale. Ce cantitate de alcool etilic se poate obține din etena de mai sus, dacă randamentul reacției este de 85% ? Dar de glicol ?

26.7. Să se stabilească volumul de gaz carbonic care rezultă la arderea completă a unui litru de alcool etilic și volumul de aer necesar, dacă se folosește un exces de 50%.

Care este cantitatea de căldură ce se degajează prin ardere ?

$$\left(\rho=790 \text{ kg/m}^3 ;\ q=3\,096 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right).$$

26.8. Prin tratarea iodurii de etil cu bază slabă de argint se obține 23,5 g de precipitat. Să se stabilească cantitatea de alcool care rezultă din reacție. Alcoolul rezultat se deshidratează rezultînd 1,12 l gaz. Care este gazul și ce altă substanță mai rezultă ?

Scanned with OKEN Scanner

26.9. Se tratează 120 g de soluție de alcool etilic în benzen cu sodiu. Dacă se consumă 10 g de sodiu să se stabilească :

a) Concentrația soluției de alcool folosită în reacție.

b) Cantitatea de hidrogen care se degajează exprimată în litri.

c) Cantitatea de apă exprimată în moli, necesară hidrolizei totale a alcoolatului format.

26.10. Pentru obținerea alcoolului etilic prin reacția Kucerov, se folosesc 20 t de carbid cu 8% impurități.

Se cere :

a) să se scrie toate ecuațiile reacțiilor care au loc la obținerea alcoolului etilic, pornind de la piatra-de-var ;

b) volumul de alcool etilic ce se poate obține ($\rho = 0{,}79$ g/cm³.);

c) cantitatea de etenă ce se poate obține din alcoolul rezultat la punctul (*b*) și condițiile de obținere. Cum se mai poate obține etenă în condițiile problemei ?

26.11. Să se calculeze cantitatea de $CuSO_4$ anhidru necesară pentru transformarea a 500 l de alcool etilic 96% și cu densitatea 0,79 g/cm³ în alcool etilic absolut. Mai poate fi folosit sulfatul de cupru mai departe ?

26.12. Ca lichid antigel, la motoarele de automobile și avioane este folosită soluția în apă de etilen-glicol ($HO-CH_2-CH_2-OH$), cu concentrația de 40—65%.

a) Cîte kilograme de etilen-glicol sînt necesare pentru a obține 20 kg de soluție de etilen-glicol 62% ?

b) Cîte grame de apă revin în această soluție pentru fiecare mol de etilen-glicol ?

c) La ce temperatură trebuie să înghețe această soluție, dacă se știe că adăugarea unui mol din orice substanță de neelectrolit la 1 000 g de apă produce o scădere a temperaturii de înghețare cu 1,86°C ? Să se scrie ecuația reacției de obținere a etilen-glicolului.

26.13. Pentru sinteza glicerinei se folosesc 1 000 m³ de propilenă la temperatura de 27°C și presiunea de 2 atm.

a) Să se calculeze volumul de glicerină care se poate obține, dacă randamentul de sinteză al ei este de 90%. ($\rho = 1{,}26$ g/cm³.)

b) Prin tratarea a 4,6 g glicerină pură cu sodiu în exces, cît hidrogen se degajează ?

c) Dar dintr-un gram de glicerină, cîtă acroleină rezultă ?

26.14. Cîți litri de benzen ($\rho = 0{,}9$ g/cm³) sînt necesari pentru obținerea unui kg de fenol ordinar ? Ce cantitate de acid sulfuric și hidroxid de potasiu se consumă în acest scop, dacă randamentul este de 80% ? Prin ce metodă se mai poate obține fenolul plecînd de la benzen ?

25.15. Din uleiul mijlociu sau carbolic ce distilă din gudron între 170°—240°C, fenolul se separă sub formă de fenoxid de sodiu. Să se stabilească cantitatea de soluție de acid clorhidric 35% și a bioxidului de carbon, necesare eliberării fenolului dintr-o tonă de fenoxid.

Scanned with OKEN Scanner

26.16. Un litru de alcool etilic 96% cu densitatea 0,79 g/cm³ s-a tratat cu acid sulfuric pentru obţinerea eterului. Deoarece s-a ridicat temperatura mai mult decît trebuia, s-au degajat 44,8 l de gaz la condiţiile normale. Ce cantitate de eter s-a obţinut şi care a fost randamentul reacţiei pentru obţinerea eterului?

26.17. Să se stabilească volumul de aer necesar ca să formeze cu 1 g de eter etilic un amestec de exploziv. Dacă arderea se face într-un volum de 1 l, să se stabilească presiunea înainte de explozie şi după explozie pentru temperatura de 0°. (Umiditatea absolută la 0°C este 4,65 g/m³.)

26.18. La obţinerea fenetolului (eter fenoletilic) s-au consumat 100 g de fenoxid de sodiu prin tratare cu iodură de etil. Cît eter s-a obţinut şi ce cantitate de iodură de etil s-a consumat?

26.19. Prin analiza a 0,407 g de substanţă organică s-au obţinut 0,495 g de apă şi 0,968 g CO_2. Substanţa în stare de vapori are densitatea 2,556. Se cere:

a) Care este compoziţia în procente a substanţei.

b) Care este masa ei moleculară.

c) Care sînt formulele de structură pe care le putem obţine după compoziţia centesimală şi masa moleculară a substanţei analizate, satisfăcînd bivalenţa oxigenului şi tetravalenţa carbonului.

d) Care este aceea dintre formule care ne convine, ştiind că substanţa nu este un eter şi că prin oxidare rezultă o soluţie acidă (fără produse de oxidare incompletă), în care 0,407 g din aceasta dă o soluţie capabilă să neutralizeze 0,616 g KOH.

26.20. Printr-un tub care conţine un exces de oxid de cupru adus la roşu, se trece un amestec de vapori de alcool metilic şi etilic: totalitatea produselor gazoase ale reacţiei trec prin două tuburi în U, primul avînd acid sulfuric, iar celălalt potasă caustică. La sfîrşitul operaţiei, masa tubului cu oxid de cupru a scăzut cu m grame, iar masa tubului de acid sulfuric a crescut cu m' grame.

Se cere:

a) masa fiecărui alcool care a intrat în reacţie;

b) creşterea masei tubului cu potasă.

Să se spună dacă această problemă este posibilă pentru orice valori ale lui m şi m'.

Aplicaţie: $m=80$; $m'=54$.

26.21. Se amestecă 10 g de alcool absolut cu un exces de acid sulfuric concentrat şi se încălzeşte amestecul pînă se degajă un gaz.

Acest gaz este cules sub un clopot într-o baie cu apă. Pe de altă parte se încălzesc 8 g de bioxid de mangan pur cu acid clorhidric în exces şi tot gazul care se degajează este introdus în clopot, unde se găseşte primul gaz.

Se cere natura şi volumul gazului care rămîne în clopot, după terminarea reacţiei. Se consideră că toate reacţiile se produc cu randamentul de 100%, iar volumul gazului se măsoară la condiţiile normale.

Scanned with OKEN Scanner

27.1. Acetaldehida se obţine din acetilenă cu un randament de 90%. Dacă acetilena se prepară din metanul trecut printre electrozii metalici ai unui arc electric, iar gazul obţinut conţine 15% acetilenă în volume, să se calculeze :

a) randamentul de transformare a metanului în acetilenă ;

b) cantitatea de acetaldehidă obţinută din 1 000 m^3 metan.

Rezolvare.

Reacţiile care au loc sînt :

$$1^\circ \quad 2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$$

$$2^\circ \quad C_2H_2 + H-OH \xrightarrow[(HgSO_4)]{(H_2SO_4)} (CH_2=CH-OH) \rightarrow CH_3-CHO$$

a) Randamentul reacţiei la obţinerea metanului este η_1.

Din 2 V metan $\Rightarrow \eta_1 V$ acetilenă, $3\eta_1$ V hidrogen şi $2(1-\eta_1)V$ metan $\Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow 2(1+\eta_1)V$ gaze de reacţie.

$$\left.\begin{array}{l} 2(1+\eta_1)V \text{ amestec gazos} \Rightarrow 100\% \\ \eta_1 V \text{ acetilenă} \qquad\quad \Rightarrow 15\% \end{array}\right\} \Rightarrow 100\eta_1 = 30(1+\eta_1)$$

$$\rightarrow \eta_1 = 42{,}857 \approx 43\%$$

b) Masa molară a acetaldehidei este $M = 44$ g $= 44 \cdot 10^{-3}$ kg

Din $2V$ $CH_4 \rightarrow \eta_1 V C_2H_2 \rightarrow \eta_1\eta_2\, nM$ CH_3-CHO

n = numărul de kmoli

$$\left.\begin{array}{l} 2 \cdot 22{,}4 \text{ m}^3 \ CH_4 \rightarrow 44\ \eta_1\eta_2 \text{ kg } CH_3\ CHO \\ 1\,000 \text{ m}^3 \ CH_4 \rightarrow m \end{array}\right\} \rightarrow$$

$$m = \frac{10^3 \cdot 44 \cdot 0{,}43 \cdot 0{,}9}{2 \cdot 22{,}4} \approx 387 \text{ kg}$$

Se poate obține o relație generală

$$m = \eta \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{V}{V_{OM}} \cdot M$$

unde

$\eta = \eta_1 \eta_2$ = randament global ; n_1 și n_2 kmolii substanțelor de calcul (dată și cerută), stabiliți din ecuația reacției ;

V = volumul gazului ce intră în reacție ;

V_{OM} = volumul molar normal al gazului $= 22{,}4 \frac{m^3}{kmol}$

M = masa molară a substanței în SI.

27.2. Substanțele cu formula empirică C_3H_8O reacționează cu sodiul. Prin oxidare blîndă dau două feluri de substanțe. Care sînt substanțele ce rezultă inițial și ce substanțe se formează prin oxidare mai energică ?

27.3. Compoziția unei substanțe stabilită prin analiză este : C = 79,24% și H = 5,66%. Această substanță reacționează ușor cu azotatul de argint amoniacal. Pe de altă parte, prin reducere poate da un alcool. Să se scrie toate reacțiile indicate de proprietățile din problemă și să se arate care este substanța.

27.4. Compoziția unei substanțe analizate este : C = 54,54% și H = 9,09%. Care este substanța, dacă prin adăugare de soluție amoniacală de azotat de argint se obțin cantitativ 10,8 g Ag, prin folosirea a 2,2 g din această substanță.

27.5. În 50 g de amestec de acetonă și alcool etilic se toarnă soluție de bisulfit de sodiu pînă cînd în soluția răcită cu gheață și agitată nu se mai formează precipitat. Se filtrează precipitatul și se tratează cu acid clorhidric. Dacă se obține 11,2 l SO_2, care a fost compoziția amestecului ?

27.6. Prin tratarea a 20 g de clorură de benzal (sau benziliden) cu var nestins rezultă aldehidă benzoică. Ce cantitate de aldehidă a rezultat, dacă reacția a avut loc cu un randament de 100% ?

27.7. După oxidarea alcoolului etilic pînă la aldehidă, se introduce amoniac gazos în exces. Precipitatul cristalin se filtrează și se spală cu eter, iar prin cîntărire se găsesc 15,7 g. Să se arate :

a) cum se poate pune în libertate aldehida ;

b) cîtă aldehidă s-a format ;

c) ce cantitate de amoniac în volume s-a consumat.

27.8. Ce cantitate de urotropină se poate obține dintr-un m^3 de aldehidă formică, luată la condițiile normale, și cît amoniac se consumă ? Care est compoziția în procente a urotropinei ?

27.9. O cantitate de 6,4 g de alcool metilic a fost oxidată pînă la aldehidă. Întreaga soluție rezultată se tratează cu soluție Fehling în exces. Prin filtrarea și uscarea precipitatului se găsesc 20 g. Ce cantitate de alcool a rămas neoxidată ?

27.10. În 50 g soluție de aldehidă acetică, care conține cîteva picături de soluție de turnesol, s-a turnat picătură cu picătură dintr-o soluție de acid clorhidric 20% ($\rho = 1{,}1$ g/cm³), consumîndu-se 10 cm³. Să se calculeze :

a) cantitatea de substanță nou-formată ;

b) concentrația soluției de aldehidă care s-a folosit în reacție.

27.11. O cantitate de 50 g de aldehidă acetică impură s-a tratat cu bisulfit de sodiu și s-au obținut 150 g de substanță cristalizată. Ce substanță nouă s-a format și ce procent de impurități a conținut aldehida ?

27.12. Ce volum de alcool metilic trebuie oxidat pentru a obține 1l de soluție de formol de 36% cu densitatea 1,11 g/cm³ ? Cît bicromat de potasiu se consumă pentru oxidare ?

27.13. Prin oxidarea a 200 cm³ de alcool metilic ($\rho = 0{,}8$ g/cm³) se obțin 2 500 cm³ de soluție de formol 3% cu densitatea 1,01 g/cm³. Să se stabilească randamentul reacției de oxidare.

27.14. Prin calcinarea acetatului de calciu se obține acetonă și carbonat de calciu. Produsul solid rămas în vasul de calcinare se tratează cu acid clorhidric pînă încetează efervescența, obținîndu-se 2 l de bioxid de carbon la condițiile normale. Ce cantitate de acetonă s-a format ?

Dacă se folosesc 17 g de acetat, care este randamentul reacției ?

Scanned with OKEN Scanner

XXVIII. Acizi organici

28.1. Ce cantitate de oxid de carbon este necesară pentru obținerea unei tone de formiat de sodiu ? Cît acid sulfuric 20% este necesar pentru obținerea acidului formic din tona de formiat și cît acid se obține ? ($\rho = 1{,}2$ g/cm³) ?

28.2. Ce cantitate de acid acetic rezultă și cît bicromat de potasiu este necesar ca să se oxideze pînă la acid acetic 100 cm³ de alcool etilic absolut ? ($\rho = 0{,}79$ g/cm³.)

28.3. Prin tratarea acidului acetic cu zinc se obțin 2 l de hidrogen în condiții normale. Aceeași cantitate de acid se tratează cu carbonat de calciu. Cît bioxid de carbon se va forma și cît carbonat a reacționat ?

28.4. 100 g de lichid apos (acid pirolignos) rezultat la distilarea uscată a lemnelor se tratează cu lapte de var și apoi se supune operației de distilare fracționată. Produsul solid din vas se tratează cu acid sulfuric, iar prin distilare se obține acidul acetic. Dacă admitem că nu s-a introdus lapte de var în exces, cît acid acetic conține lichidul apos, dacă se obțin 11,33 g de sulfat de calciu ?

28.5. Cîtă apă de brom 5% se poate decolora cu ajutorul a 10 g de acid oleic pur ? Dar prin oxidarea lui ce rezultă și cum se numesc substanțele respective ?

28.6. Se iau 54 g dintr-un amestec de acid palmitic și stearic. Prin tratarea cu hidroxid de sodiu rezultă 58,4 g de sare. Ce cantități avem din fiecare acid în acest amestec ? Cîtă apă dură poate fi tratată cu aceste săruri, dacă duritatea ei este de 3° și se datorește sărurilor de Ca ?

28.7. Să se arate :

a) cum se ajunge de la oxid de carbon la acid oxalic și în ce condiții ;

b) de la ce cantitate de formiat de sodiu trebuie să pornim, pentru a obține o tonă de acid oxalic ;

c) că acidul oxalic are proprietăți reducătoare, fiind oxidat cantitativ de soluția acidă de permanganat de potasiu.

Cît acid oxalic se oxidează, dacă se consumă 10 cm³ de soluție $\frac{M}{10}$ de $KMnO_4$?

28.8. Un amestec de fenol ordinar și acid benzoic se tratează cu soluție de hidroxid de sodiu din care intră în reacție 0,8 g NaOH. Soluția substanțelor rezultate din reacție se tratează mai departe cu bioxid de carbon, intrînd în reacție 224 cm^3 CO_2 la condițiile normale. Să se stabilească compoziția amestecului.

28.9. O cantitate de 0,1895 g dintr-o hidrocarbură A cu masa moleculară 82 este supusă la oxidare completă în vederea analizei. Amestecul de gaze rezultat este trecut printr-un vas cu acid sulfuric concentrat și se constată o creștere a masei acestuia cu 0,2020 g. Trecînd mai departe gazele printr-un tub cu potasă caustică se produce o creștere a masei acesteia cu 0,5935 g. O altă hidrocarbură B la analiză dă aceleași rezultate și are aceeași masă moleculară. Ambele hidrocarburi sînt nesaturate și oxidabile, conducînd la acizi dicarboxilici saturați. Acidul C obținut din substanța A are cu 2 atomi de carbon mai mult decît acidul D obținut din B.

La încălzire, cei doi acizi se comportă în mod diferit: acidul D elimină numai apă, pe cînd acidul C mai elimină și o substanță gazoasă.

Dacă după efectuarea analizelor preliminare se iau în lucru cîte 820 g din substanțele A și B, se cer:

a) scrierea ecuațiilor transformărilor chimice de mai sus și stabilirea formulelor structurale și denumirile substanțelor A, B, C și D;

b) cantitățile de acizi C și D ce se pot obține, considerînd pentru fiecare acid randamentul de transformare $\eta = 90\%$;

c) indicarea transformărilor chimice care au loc la încălzirea acizilor C și D;

d) să se arate o metodă pentru transformarea acidului D într-un hidroxiacid E cu proprietăți optice. Care sînt izomerii optici ai substanței E?

(Concurs de chimie)

Scanned with OKEN Scanner

XXIX. Esteri şi grăsimi

29.1. În industria maselor plastice, clorura de vinil $CH_2=CHCl$ obţinută din acetilenă, acetatul de vinil $CH_2=CH-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ şi eterul vinil-etilic $CH_2=CH-O-C_2H_5$ obţinuţi, de asemenea, din acetilenă servesc ca materie primă pentru fabricarea diferitelor mase plastice.

Ce substanţe luate în fiecare caz separat trebuie să intre în reacţie de combinare cu acetilena, pentru a obţine substanţele de mai sus. Să se scrie ecuaţiile reacţiilor respective.

29.2. Cum se poate obţine esterul etilic al acidului acetic plecînd de la etilenă? Să se scrie ecuaţiile reacţiilor respective.

29.3. Plecînd de la carbura de calciu şi folosind ca substanţe suplimentare numai substanţe neorganice, cum se poate obţine esterul etilic al acidului acetic?

29.4. Se tratează 120 g de acid acetic cu alcool etilic. Să se calculeze masa esterului ce rezultă, dacă randamentul reacţiei este de 85%.

29.5. Ce cantitate de acetat de metil se poate obţine dintr-o tonă de acid acetic? Cît alcool se consumă?

29.6. Se tratează 31,5 g de acid azotic cu alcool etilic şi rezultă 40 g de ester. Să se calculeze:

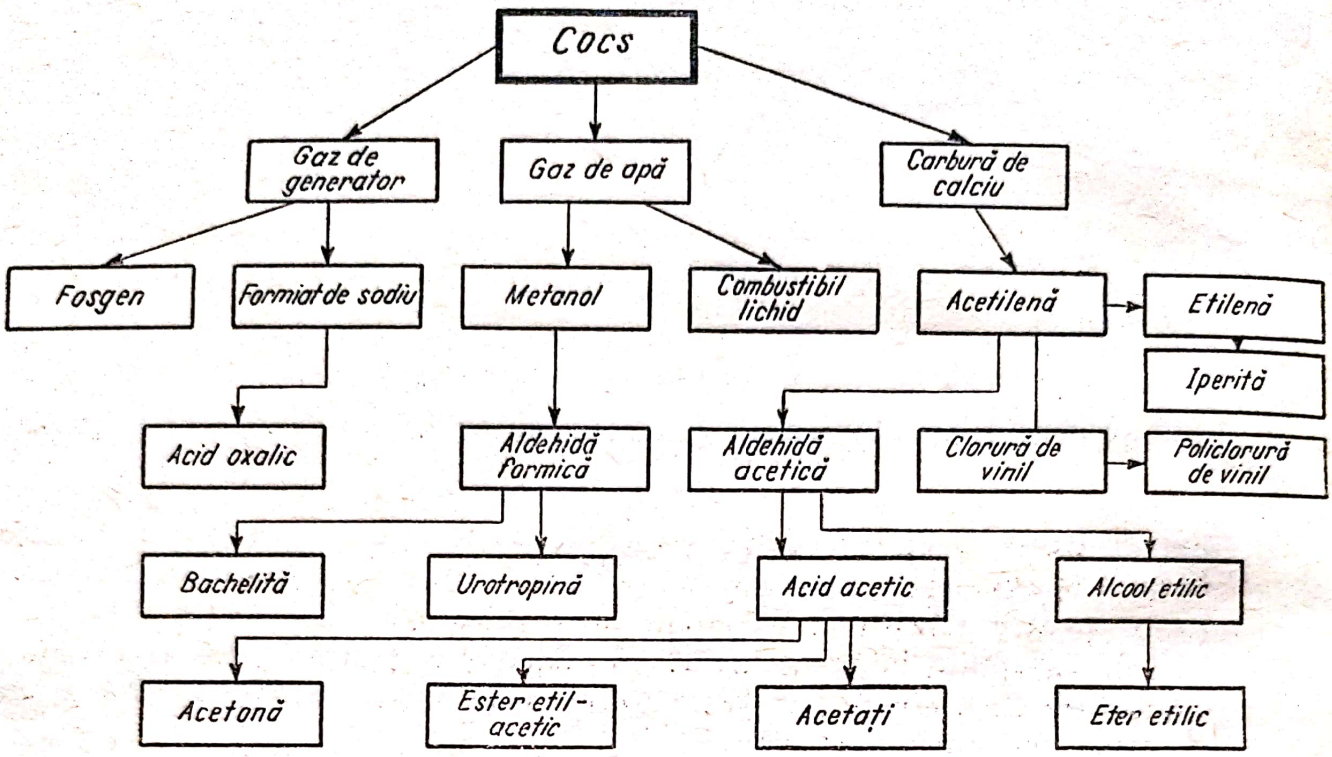
a) randamentul reacţiei;

b) consumul de alcool etilic.

29.7. În schema din pagina următoare sînt prezentate unele dintre produsele a căror fabricare se bazează pe folosirea cocsului.

Se va trece această schemă în caiete şi în locul denumirilor substanţelor se vor scrie formulele respective (pentru substanţele organice formulele structurale) şi se vor arăta trecerile de la o substanţă la alta, întocmind ecuaţiile reacţiilor respective.

Scanned with OKEN Scanner



29.8. În dulapul unui laborator se găsesc borcane cu inscripția „ulei". Cum se poate cunoaște dacă uleiul este de origine animală sau de origine minerală ?

29.9. S-au fabricat 5,88 t de glicerină. Să se calculeze care este, aproximativ, cantitatea de grăsime necesară pentru obținerea acestei cantități, dacă se ține seama că grăsimea este formată din trioleină pură și că, prin încălzirea ei cu apa, a intrat în reacție numai 85% din grăsime.

29.10. Cît hidrogen în volume este necesar pentru a hidrogena o tonă de trioleină, dacă se folosește un exces de hidrogen de 80% ? Cîți moli de trioleină avem într-o tonă ?

29.11. O grăsime este formată din 35% tripalmitină și restul din tristearină. Ce cantitate de săpun și glicerină se poate obține dintr-un kilogram din această grăsime ? Care este consumul teoretic de sodă caustică ? Cum se face proba calculelor ?

29.12. Să se scrie ecuația reacției de descompunere a nitroglicerinei, admițînd că dă numai CO_2, vapori de apă, azot și oxigen. Densitatea nitroglicerinei fiind 1,6 g/cm³ și temperatura produselor de descompunere atingînd 3 145° C să se găsească raportul dintre volumul total de gaze rezultat și volumul substanței ce le-a generat. $\left(\alpha = \frac{1}{273}\ \text{grd}^{-1}\right)$.

Scanned with OKEN Scanner

XXX. Zaharide

30.1. Să se scrie formulele structurale ale eterului obținut între glucoză și alcool metilic și esterului dintre glucoză și acid acetic.

30.2. În plante se găsește monozaharidul numit arabinoză. Să se scrie formula structurală a acestui zaharid, cunoscînd că formula lui moleculară este $C_5H_{10}O_5$ și că poate da oglinda de argint cu azotatul de argint amoniacal. Cu cît acid acetic se poate esterifica un mol de arabinoză ?

30.3. După gradul de oxidare al glucozei rezultă acizii : aldonic, zaharic sau oxalic. Prin oxidarea mai energică a glucozei cu acid azotic concentrat rezultă acidul zaharic.

Să se scrie ecuația reacției de oxidare și să se calculeze cantitatea de acid zaharic care va rezulta din 10 g de glucoză. (Se va face citirea rațională a acidului zaharic.)

30.4. Din 150 cm^3 de soluție de glucoză 8% s-au obținut prin fermentare 4 933,33 cm^3 de bioxid de carbon, măsurat la condițiile normale. Cît alcool a rezultat în soluție și care este puritatea glucozei folosite ? ($\rho_{soluție}$ =1,1 g/cm^3).

30.5. La o fabrică de glucoză se prelucrează zilnic 100 t de cartofi pentru obținerea glucozei. Dacă în cartofi se găsește 20% amidon, iar randamentul de obținere a glucozei este de 85%, cîtă glucoză se obține zilnic sub formă de sirop de glucoză de 34% ?

30.6. Din 12 000 t de sfeclă, care cuprinde 15% zahăr, s-au obținut 1 000 t de zahăr și 400 t de melasă, care cuprinde 48% zahăr. Cît zahăr s-a pierdut în timpul depozitării și fabricației ? În momentul de față, la unele fabrici din țară se folosesc silozuri cu ventilație forțată, care realizează o temperatură între −2 și 0°C, care contribuie la reducerea simțitoare a pierderilor de zahăr prin depozitare. Cu cît crește randamentul, dacă se obțin 1 200 t de zahăr față de aceeași cantitate de melasă ?

30.7. Prin tratarea soluției de zahăr cu lapte de var se obține zaharat tricalcic, care cristalizează la cald ca un produs alb, cu trei molecule de apă, avînd formula : $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3CaO \cdot 3H_2O$. Care este cantitatea maximă de zaharat care se poate obține din 400 cm^3 de soluție de zahăr de concentrație 1,5 M ? Cu ajutorul cărei substanțe se poate elibera zahărul din zaharat și

cîtă substanţă din aceasta este necesară ? Ce se întîmplă dacă se introduce mai mult din această substanţă în zaharat ?

30.8. Să se stabilească cantitatea de aer necesară arderii a 20 g de nitroceluloză, formată din trinitrat de celuloză 40%, dinitrat 25% şi restul mononitrat.

30.9. Un kg de must conţine 30% glucoză. Ce tărie va avea vinul rezultat. şi cît va cîntări tot conţinutul lichid ?

30.10. Se ard 2 g oligozaharid cu masa moleculară 828. Să se calculeze consumul de oxigen.

Scanned with OKEN Scanner

XXXI. Compuşi organici cu azot

31.1. O şarjă pentru obţinerea nitrobenzenului se încarcă cu 800 l de benzen. Dacă randamentul la nitrare este de 90%, să se calculeze masa nitrobenzenului rezultat şi a acidului consumat.

31.2. Se tratează 9,4 g de fenol tehnic cu un amestec de acid azotic şi acid sulfuric şi se realizează cristalizarea produsului principal al reacţiei.

a) Ştiind că randamentul reacţiei este 80%, se cere cantitatea de substanţă cristalizată.

b) Soluţia acestei substanţe cu proprietăţi acide este saturată cu potasă. Se cere să se calculeze cantitatea de sare obţinută.

c) 0,229 g din substanţa acidă iniţială, arsă prin procedeele obişnuite ale analizei organice, dă un amestec de gaze pe care potasa caustică îl reduce la azot liber. Se cere volumul azotului rezultat la 0°C şi sub presiune normală.

31.3. Se tratează 10 g de toluen cu amestec sulfonitric. Admiţînd că reacţia are loc cu consumarea completă a toluenului, să se calculeze cantitatea de aer necesară arderii complete a produsului rezultat.

31.4. Se prepară 100 g de anilină, pornind de la benzen. Ce cantitate de benzen trebuie luată şi care sînt cantităţile minime de acid azotic concentrat şi de fier necesare pentru a obţine această cantitate de anilină din benzen? Se presupune că toate reacţiile au loc cu un randament de 100%.

31.5. Se dă un amestec de benzen şi anilină care cuprinde 40% anilină. Dacă se iau 30 g din acest amestec, cum se poate separa benzenul fără să se folosească metoda distilării? Ce consum de substanţă are loc?

31.6. Aminofenolul, substanţă întrebuinţată în arta fotografică, are structura . Să se stabilească:

a) Cantitatea de acid clorhidric care poate reacţiona cu 10 g de aminofenol.

b) Cantitatea de sodă caustică care poate reacţiona cu substanţa rezultată la punctul *(a)*.

31.7. În 50 g soluție de brom în apă se adaugă, picătură cu picătură, dintr-o soluție de anilină în apă cu concentrația de 2%, și se consumă 15 cm^3, după care formarea precipitatului încetează. Să se calculeze :

a) cantitatea de precipitat formată ;

b) concentrația soluției de brom în apă, dacă densitatea ei se ia egală cu unitatea.

31.8. În acid acetic se introduce amoniac gazos. Produsul rezultat se încălzește rezultînd acetamidă.

În 5 kg de acid acetic, ce volum de amoniac trebuie introdus și cîtă amidă se poate obține mai departe ?

31.9. Cît amoniac și cît bioxid de carbon se consumă la obținerea unei tone de uree, dacă randamentul de preparare este de 75% ? Care sînt condițiile de preparare ?

31.10. Care este cantitatea de pentaoxid de fosfor necesară obținerii a 75 g de acetonitril din acetamidă, dacă se lucrează la cald ?

31.11. Cît metan și cît amoniac se consumă pentru obținerea a 100 kg de acid cianhidric cu un randament de 60% ?

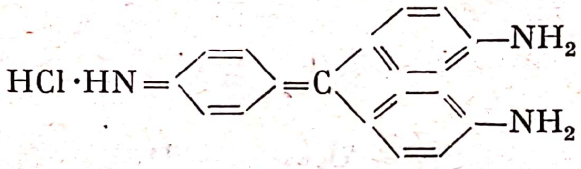
31.12. De la ce cantitate de acid monoclor-acetic trebuie să plecăm și cît amoniac este necesar pentru a obține 100 g de glicocol ?

Scanned with OKEN Scanner

XXXII. Materii colorante organice

32.1. De la ce cantitate de antracen trebuie să plecăm pentru a obține o tonă de alizarină ? Ce cantitate de oxidant se consumă folosind anhidridă cromică ? Dar de sodă caustică ?

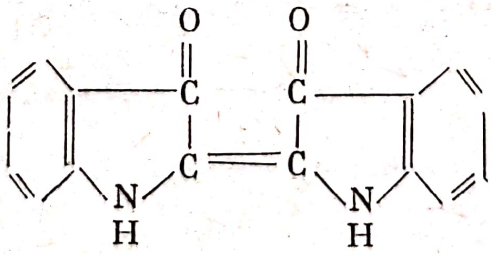
32.2. Parafuxina se obține prin oxidarea unui amestec de două părți anilină și o parte toluidină, în prezența acidului clorhidric. Formula parafuxinei fiind :



să se stabilească consumul de anilină pentru obținerea unui kilogram de parafuxină, dacă randamentul de preparare este de 75%.

32.3. Alizarina este o materie colorantă. Să se arate :
a) care sînt grupele cromofore și auxocrome din molecula ei ;
b) de ce antrachinona nu este o materie colorantă ;
c) ce efect se produce la introducerea celor două grupe de hidroxil.

32.4. Indigoul este o materie colorantă naturală, care se obține și pe cale de sinteză. Formula sa este :



Să se stabilească compoziția lui și să se arate care sînt grupele cromofore și auxocrome. Cum se poate trece în indigo alb (leuco-indigo) și cum se numește efectul ?

XXXIII. Probleme diverse

33.1. 16 cm^3 dintr-un amestec de gaze format din CH_4, H_2 şi C_2H_2, după aprinderea în exces de aer, au dat o contracţie de volum de 26 cm^3. Prin spălarea gazelor în soluţie alcalină s-a mai produs o contracţie de 16 cm^3. Să se determine conţinutul procentual al amestecului de gaze.

Rezolvare.

Ecuaţiile reacţiilor de ardere sînt:

$$H_2+\frac{1}{2}O_2=H_2O$$

$$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O$$

$$C_2H_2+\frac{5}{2}O_2=2CO_2+H_2O$$

Fie x, y şi z volumele de H_2, CH_4 şi C_2H_2 conţinute în amestec. Se poate scrie ecuaţia:

$$x+y+z=16$$

Contracţia de volum se calculează făcînd diferenţa între suma volumelor intrate în reacţie şi ieşite din reacţie, adică:

$$\frac{3}{2}x+2y+\frac{3}{2}z=26$$

A doua contracţie de volum se datoreşte reţinerii bioxidului de carbon de către soluţia alcalină:

$$CO_2+2NaOH=Na_2CO_3+H_2O$$

Se mai poate scrie ecuaţia:

$$y+2z=16$$

Se formează sistemul

$$\begin{cases} x+y+z=16 \\ \frac{3}{2}x+2y+\frac{3}{2}z=26 \\ y+2z=16 \end{cases}$$

Prin rezolvare se găsește :

$x=6$ cm³ H_2 ; $y=4$ cm³ CH_4 ; $z=6$ cm³ C_2H_2

În procente :

$H_2=37\%$; $CH_4=25\%$; $C_2H_2=37{,}5\%$

33.2. Dîndu-se șirul de transformări :

$$FeS_2+a\rightarrow SO_2+b$$
$$SO_2+H_2O\rightarrow c$$
$$c+NO_2\rightarrow H_2SO_4+d$$
$$d+O_2\rightarrow e$$
$$e+H_2O\rightarrow f+g$$
$$c+f\rightarrow H_2SO_4+h+i$$

Să se stabilească substanțele *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* și să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice respective.

33.3. Se consideră șirul de transformări :

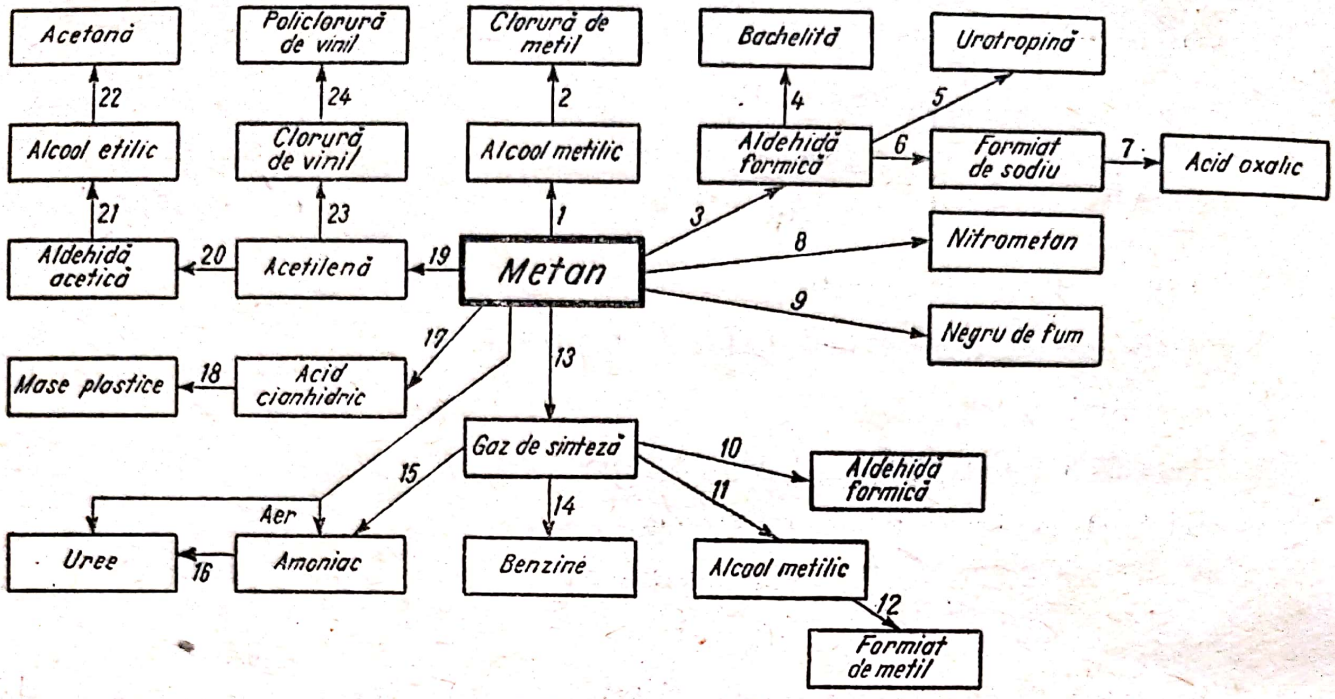
$$NaCl\rightarrow Na+a$$
$$a+NaOH\rightarrow b+NaCl+H_2O$$
$$b\rightarrow c+NaCl$$
$$c+KCl\rightarrow d+NaCl$$
$$d\rightarrow e+KCl$$
$$e\rightarrow O_2+f$$

Să se stabilească substanțele *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* și să se scrie ecuațiile reacțiilor chimice respective.

33.4. În schema din pagina următoare sînt prezentate unele produse a căror fabricare se bazează pe folosirea metanului ca materie primă. În locul denumirilor substanțelor se vor trece formulele lor și se va arăta prin ecuații chimice obținerea lor, indicîndu-se și condițiile de lucru (temperatură, presiune și catalizator).

33.5. Să se indice cum se poate doza volumetric soluția de carbonat de sodiu, prin titrare cu soluție de acid clorhidric.

Scanned with OKEN Scanner



Titrul soluției de acid clorhidric a fost determinat precipitînd 10 cm³ cu azotat de argint; s-au obținut astfel 0,693 g de precipitat. Rezultatul titrării volumetrice este că 25 cm³ din soluția de carbonat echivalează la 22,15 cm³ soluție de acid.

Se cere să se stabilească cît cuprinde 1 l de soluție titrată:
a) de moli de sodiu, *b)* de carbonat neutru de sodiu.

(Baccalauréat Mathématique — Rennes)

33.6. O soluție de azotat de argint conține, la litru, o cantitate necunoscută din această substanță. Adăugînd la 100 cm³ din această soluție 7,3 cm³ de soluție de acid clorhidric, care cuprinde 50 g de acid la litru, se precipită tot argintul sub formă de clorură.

a) Care este masa clorurii de argint precipitată?

b) Care este masa azotatului de argint conținută într-un litru de soluție?

c) Dacă masa acidului conținut în 7,3 cm³ de soluție de acid clorhidric este în stare gazoasă la 0°C și sub presiunea de 760 mm Hg, ce volum va ocupa?

(Baccalauréat Mathématique — Lille)

33.7. Un amestec de clorură de sodiu și de carbonat de sodiu hidratat cîntărește 2,1378 g. Se tratează întîi cu o soluție normală de acid azotic în prezența indicatorului heliantină, virajul producîndu-se cînd se adaugă 11,7 cm³ de soluție acidă; se toarnă apoi azotat de argint în exces și se obține un precipitat care cîntărește 1,7225 g.

Să se determine masele respective de carbonat de sodiu uscat, de clorură de sodiu și de apă din amestec.

Scanned with OKEN Scanner

33.8. În 10 cm³ de soluție de acid oxalic $C_2O_4H_2 \cdot 2H_2O$ care cuprinde 63 g la litru, se adaugă acid sulfuric și apoi, picătură cu picătură, dintr-o soluție de permanganat de potasiu, astfel că ultima picătură decolorată corespunde la 10 cm³ de soluție de permanganat. Știind că acidul oxalic este oxidat la CO_2 și H_2O de către permaganat și metalele trec în stare de sulfați, să se scrie ecuația reacției și să se determine titrul soluției de permanganat.

33.9. Se fabrică 896 m³ de bioxid de sulf, prin prăjirea unei pirite care conține 40% steril. 2/5 din bioxidul de sulf obținut se trece printr-o suspensie dublu molară de hidroxid de calciu, în vederea preparării sulfitului acid de calciu. Restul de bioxid de sulf se transformă în acid sulfuric. Se cere :

a) cantitatea de pirită folosită pentru obținerea SO_2 ;
b) volumul amestecului (suspensie) de hidroxid de calciu ;
c) numărul de moli de sulfit acid de calciu care se obține ;
d) cantitatea de acid sulfuric care se formează.

(Concursul de admitere 1959, Fac. Chimie, Univ. Buc)

33.10. Din azot și hidrogen se fabrică 2 240 l de amoniac. Amoniacul se oxidează catalitic cu aer (21% oxigen), în vederea obținerii acidului azotic, potrivit reacției globale : $NH_3+2O_2=HNO_3+H_2O$. Presupunînd că toate transformările au loc cantitativ și că substanțele gazoase sînt măsurate în condiții normale, se cere :

a) volumul de azot și hidrogen necesare fabricării amoniacului ;
b) volumul de aer folosit la oxidarea amoniacului ;
c) cantitatea de acid azotic 60% obținută ;
d) molaritatea acidului azotic 60%.

(Examenul de admitere 1959, Fac. Chimie, Univ. Buc).

33.11. Pentru obținerea cianamidei de calciu se folosesc 10 t de piatră-de-var cu 5% impurități. Dacă fiecare fază a procesului de fabricație are un randament de 95%, să se calculeze :

a) cantitatea de cianamidă obținută ;
b) cantitatea de amoniac care se poate obține din cianamida respectivă ($\eta=95\%$) ;
c) cîți cilindri de bioxid de carbon cu capacitatea de 200 l se pot umple la 10 atmosfere fizice și 27°C.

33.12. Se încălzesc 0,9 g de bioxid de mangan impur cu acid clorhidric în exces, iar gazul care se degajează este barbotat într-o soluție de iodură de potasiu, în care s-a adăugat și puțin amidon. Se adaugă pînă la decolorarea completă a soluției 200 cm³ de hiposulfit de sodiu $Na_2S_2O_3 \frac{M}{10}$.

Să se calculeze procentul de impurități conținut de bioxidul de mangan folosit.

33.13. O soluție neutră de sulfit de sodiu se împarte în două : 1) în una

din ele, în care s-a pus o soluție de amidon, se adaugă un volum V dintr-o soluție titrată de iod, pînă ce lichidul se colorează în albastru. O sare de bariu solubilă turnată aici dă un precipitat care cîntărește 1,165 g; 2) cealaltă jumătate este supusă la o fierbere prelungită cu un exces de floare de sulf. Lichidului filtrat i se adaugă azotat de argint pînă la precipitare completă. În lichidul filtrat de la acest precipitat se adaugă o sare de bariu solubilă și se produce un precipitat greu solubil. Să se afle:

a) masa de sulfit, conținută în soluția primitivă;

b) masa sării de sodiu rezultată din fierbere cu floarea de sulf și formula care se poate atribui acestei sări cînd cunoaștem formula sulfitului;

c) volumul soluției titrate de iod, dacă soluția este capabilă a-l absorbi.

33.14. Peste 80 g de zinc granule, se toarnă 500 cm^3 dintr-o soluție de acid clorhidric 16,5% și cu densitatea 1,08 g/cm^3. Care este în condiții normale de temperatură și presiune volumul gazului uscat care s-a degajat? Ce cantitate de zinc a rămas neatacată? Gazul rezultat din reacția precedentă este dirijat încet într-un tub de porțelan încălzit la roșu, conținînd 60 g dintr-un amestec de oxid feric și de aluminiu. Cînd această operație s-a terminat, conținutul tubului cîntărește 48 g. Care sînt masele oxizilor cuprinși inițial în amestec? Care sînt culorile amestecului la început și la sfîrșit? Care este volumul de gaz neutilizat? (Se ia în calcul masa atomică a Zn 65.)

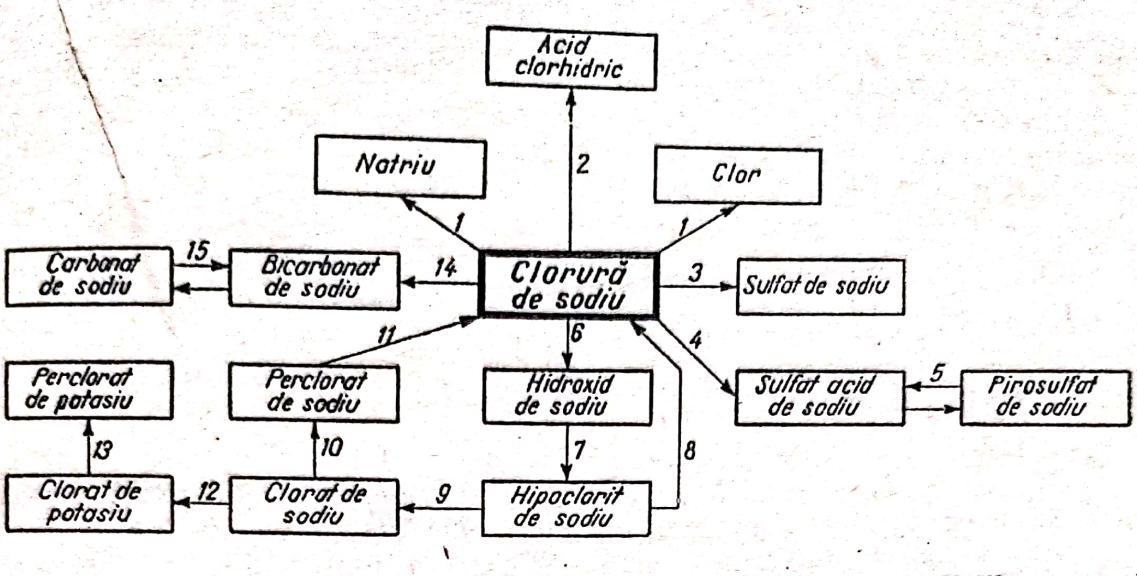
33.15. Se dizolvă 7 g fier pur într-un exces de acid sulfuric diluat și rece. Lichidul astfel obținut este agitat cu un litru de clor, măsurat în condiții normale. Ce conține soluția în acest caz? Se adaugă la soluția rece și diluată 2,115 g permanganat de potasiu. Ce se întîmplă? Ce volum de clor va fi necesar în experiența a doua, pentru ca permanganatul adăugat ulterior să rămînă neatacat, presupunînd temperatura destul de joasă ca permanganatul să nu reacționeze de loc cu acidul sulfuric?

33.16. Prin analiza unei ape s-a stabilit că ea conține clorură de calciu și sulfat de calciu. Pentru stabilirea cantității de clorură de calciu s-a tratat 100 cm^3 din apa respectivă cu azotat de bariu. Precipitatul format, filtrat și uscat a cîntărit 0,0125 g. După aceea, lichidul filtrat s-a tratat cu azotat de argint, obținîndu-se încă 0,0136 g precipitat uscat.

Să se stabilească în baza rezultatelor analizei, care este duritatea apei.

33.17. Într-un vas de ardere se găsesc 110 cm^3 de amestec gaz os, format din hidrogen, oxid de carbon și metan la condițiile normale. Tot aici se mai introduc 90 cm^3 de oxigen în exces și apoi cu ajutorul unei scîntei electrice se provoacă explozia amestecului gazos din vas. După răcire, volumul amestecului gazos se reduce la 90 cm^3. Apoi se spală cu soluție de hidroxid de potasiu, astfel că volumul scade la 20 cm^3. Să se stabilească compoziția procentuală (în volume) a amestecului gazos.

33.18. Într-o soluție de KOH, cu concentrația de 20% și care conține 5% impurități de KBr se introduce clor gazos. Să se stabilească volumul



minim de soluţie care poate absorbi 2 l de clor, luat la condiţiile normale de temperatură şi presiune (ρ_{sol}=1,176 g/cm³).

Ce volum de acid clorhidric 37% se consumă pentru obţinerea celor 2 l de clor?

33.19. Clorura de sodiu este o bogăţie a subsolului ţării noastre şi constituie materia primă pentru obţinerea produselor cloro-sodice. În schema de mai sus sînt arătate produsele principale care se obţin plecînd de la clorură de sodiu şi în unele ocazii folosind acid sulfuric şi alte substanţe.

Să se scrie ecuaţiile reacţiilor chimice pentru obţinerea substanţelor indicate de săgeţi şi să se arate condiţiile în care au loc.

33.20. Se porneşte de la două substanţe anorganice: piatra-de-var şi apa. Puritatea pietrei-de-var este de 95% şi se folosesc 500 kg din ea. Să se calculeze:

a) ce cantităţi de îngrăşăminte chimice cu azot se pot obţine din ea şi care sînt acestea, considerînd randamentul de 100%;

b) cît carbid se poate obţine cu un randament de 90%, iar din acesta cîtă acetilenă;

c) din acetilena rezultată cît benzen s-ar putea obţine prin polimerizare şi la ce cantitate de policlorură de vinil putem ajunge?

33.21. Se amestecă 10 g de soluţie de acid acetic 80% cu apă rezultînd o soluţie cu concentraţia de $1{,}68 \cdot 10^{-3}$ g/l, a cărei densitate o considerăm egală cu unitatea. Să se calculeze:

a) cantitatea de apă folosită la diluţie;

b) concentraţia soluţiei exprimată în procente şi în moli la litru;

c) cantitatea de moli de hidroniu cuprinşi într-un litru de soluţie, dacă procentul de ionizare este de 50%;

d) cu cît zinc poate reacţiona 1 l din soluţia diluată? (Zn=65,5).

33.22. Cauciucul sintetic numit policloropren are proprietăți aparte față de cauciucul natural, și anume rezistă mai bine la oxidare și nu se îmbibă cu ulei. Pentru aceasta este folosit mult în tehnică. De la ce cantitate de clorură de sodiu și de carbid trebuie să plecăm, pentru a obține o tonă din acest cauciuc? Considerăm substanțele pure, iar randamentul de 100%. Se vor scrie ecuațiile tuturor reacțiilor care au loc, plecînd de la carbid și clorură de sodiu pînă la cauciuc.

33.23. Masa atomică a zincului este de 65,38, iar numărul lui Avogadro $6{,}02 \cdot 10^{23} \frac{\text{molecule}}{\text{mol}}$.

Să se calculeze:

a) masa unui atom de zinc;

b) spațiile libere dintr-un atom-gram de zinc, dacă diametrul atomului este de $1{,}55 \cdot 10^{-8}$ cm, iar densitatea zincului 7,2 g/cm³;

c) masa electronilor din atomul de zinc în unități atomice de masă, dacă masa de repaus a electronului este: $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg.

33.24. Plecînd de la 1 176,47 kg de galenă cu 15% impurități, se obține H_2SO_4 prin metoda de contact. Să se calculeze:

a) cît fenol se poate obține prin metoda topirii alcaline, dacă tot acidul sulfuric obținut este folosit în acest scop, considerîndu-se că toate reacțiile au loc cu randament de 100%;

b) ce consum de acid azotic are loc pentru transformarea fenolului în trotil și ce cantitate de trotil va rezulta;

c) se vor scrie toate ecuațiile reacțiilor care au loc pentru obținerea acidului sulfuric, fenolului și trotilului și se vor arăta condițiile în care au loc.

33.25. Se tratează 5 kg piatră-de-var cu 20% impurități (insolubile) cu o soluție de acid azotic cu concentrația de 20%, pînă la încetarea efervescenței. Să se calculeze; *a)* concentrația soluției rezultate după reacție; *b)* volumul gazului degajat la presiunea de $2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ și temperatura de −23°C.

33.26. Prin electroliza unei soluții de sulfat de zinc, se colectează la anod 400 cm³ de gaz la condițiile normale. Dacă soluția are volumul de 2 l, densitatea 1,2 g/cm³ și concentrația de 30%, să se calculeze: *a)* cantitatea de substanță depusă pe catod; *b)* cantitatea de sulfat de zinc rămasă în soluție; *c)* cantitatea de substanță nouă ce apare în soluție: *d)* timpul necesar efectuării electrolizei, dacă se folosește un curent de 2 A. (Zn = 65, O = 16, S = 32, 1 $F = 96\,500 \frac{\text{C}}{\text{echivalent}}$).

33.27. Fenolftaleina este o substanță care face parte din categoria coloranților (ftaleine). Ea se obține prin condensarea anhidridei ftalice cu fenol în prezența acidului sulfuric la 120°C și se folosește ca indicator, incoloră în mediile acid și neutru și roșie cu nuanță albăstruie în mediu bazic. Schimbarea culorii se face la un $p\text{H} = 8{,}3$.

Se cere : *a)* consumul de substanţe pentru a obţine 1 tonă fenolftaleină cu un randament de 80% ; *b)* să se explice schimbarea culorii ; *c)* cantitatea de fenolftaleină cuprinsă într-o picătură de soluţie alcoolică 1%. Raza orificiului picătorului este 0,8 mm, iar tensiunea superficială $23 \cdot 10^{-3} \frac{N}{m}$.

33.28. Prin analiza unei probe de fontă, se constată că ea conţine 94% Fe. Pentru dozarea carbonului şi sulfului se ard 2 g probă de fontă în curent de oxigen la 1 000—1 250°C. Gazul răcit se trece printr-o biuretă specială de gaze unde se măsoară un volum de 250 cm^3 la 20°C şi 760 torr. De aici se trece într-un vas de absorbţie cu soluţie concentrată de KOH. Restul de gaz se aduce din nou în biuretă, ocupînd un volum de 24,468 cm^3. Pentru dozarea sulfului se foloseşte o parte măsurată de soluţie pregătită pentru titrarea cu iod, consumîndu-se 0,07927 g I_2 (normal).

Să se calculeze : a) procentele de C şi S din fontă ; *b)* cantitatea de KOH consumată.

33.29. Acidul sulfuric fumans (oleum) este format din H_2SO_4, SO_3 şi SO_2. Pentru analiză din 2 g din proba de cercetat s-au preparat 500 ml soluţie. Pentru 50 ml din această soluţie la titrarea în prezenţa metiloranjului s-au consumat 42,4 ml soluţie NaOH 0,1 M. Pe de altă parte, pentru 100 ml din aceeaşi soluţie s-au consumat 1,85 ml soluţie de iod 0,101 N. Se cere să se determine compoziţia procentuală a probei cercetate. (Se consideră că H_2SO_3 se titrează pînă la $NaHSO_3$.) (I=126,91.)

33.30. O hidrocarbură *A*, cu masa moleculară 54, dă la analiză 88,8% C şi 11,2% H. Prin adiţia clorului la substanţa *A*, se obţine o substanţă *B*, care mai conţine o dublă legătură în moleculă. Prin oxidare cu ozon, substanţa *A* trece în substanţa *C*, care prin hidroliză, formează substanţele *D*, *E*, *F*. Se cere : *1)* formula moleculară şi structurală a substanţei *A*. Din ce serie de hidrocarburi face parte şi ce izomeri poate prezenta ; *2)* formula substanţei *B*, şi volumul de clor consumat în condiţii normale, în reacţie ştiind că se obţin 250 g substanţă *B*, randamentul reacţiei de clorurare fiind 80% ; *3)* formula substanţei *C* rezultată la oxidarea cu ozon ; *4)* formulele şi denumirile substanţelor *D*, *E*, şi *F* obţinute la hidroliza substanţei *C* ; *5)* ştiind că substanţa *D* este solubilă în apă, să se calculeze ce cantitate de soluţie 40% se obţine, dacă s-a folosit 1 kmol substanţă *A*.

(Concursul de Chimie, 1968).

33.31. O soluţie în apă de acid clorhidric, acid azotic şi acid sulfuric se neutralizează cu o soluţie de sodă caustică ce cuprinde 40 g/litru, consumîndu-se un volum de soluţie, care este 0,8 din volumul soluţiei de acizi.

Se neutralizează 10 cm^3 soluţie acidă de amestec şi se evaporă la sec. Amestecul de săruri astfel obţinut cîntăreşte 0,5195 g. Se tratează reziduul solid de mai multe ori cu acid clorhidric concentrat la fierbere şi se evaporă la sec de fiecare dată pînă cînd nu se mai degajă vapori nitroşi.

Reziduul uscat de săruri cîntăreşte 0,4930 g. Se cere : *a)* masa fiecărui acid cuprins într-un litru din soluţia dată ; *b)* numărul de particule aflate în soluţie din acizii dizolvaţi, dacă se consideră că fiecare are procentul de ionizare 90%.

33.32. Se tratează 27 g amalgam de sodiu cu 200 g apă. Soluţia rezultată se neutralizează cu 10,95 g acid clorhidric. Se cere : *a)* formula amalgamului ; *b)* concentraţia procentuală şi molară a soluţiei alcaline rezultată ; *c)* volumul de gaz cules într-o baie cu apă, dacă diferenţa de nivel a apei din recipient faţă de cea din baie este nulă, presiunea atmosferică 766,3 torr, temperatura 27°C şi presiunea vaporilor de apă 26,7 torr.

33.33. Prin prelucrarea a 20 t pirită cu 20% impurităţi se obţine fontă şi sulfit acid de calciu. Randamentul la prăjirea piritei este 80% iar randamentul de trecere a fierului în fontă este 90%. Dacă fonta obţinută mai conţine 3% carbon, 0,5% S, 1% Si şi 1% Mn să se calculeze : *a)* consumul de aer la prăjirea piritei ; *b)* cantitatea de fontă obţinută ; *c)* cantitatea de bisulfit de calciu.

33.34. Se dizolvă 50,8 g $Fe_2(SO_4)_3 . 6H_2O$ în 249,2 g apă. Soluţia obţinută are densitatea 1,2 g/cm³. Să se calculeze : *a)* concentraţia procentuală a soluţiei ; *b)* molaritatea şi normalitatea soluţiei ; *c)* cantitatea de clorură de bariu ce poate precipita sulfatul din 2 cm³ de soluţie ; *d)* numărul de particule (molecule şi ioni din sare), dacă gradul de ionizare aparentă este de 80%.

33.35. Un rezervor de 50 m³ cuprinde un amestec de metan şi etan la temperatura de 27°C şi presiunea de 20 atm. Din el se ia o probă de 16,8 cm³ gaz la condiţiile normale şi se arde complet. După ardere, gazele rezultate se trec întîi prin soluţie de hidroxid de sodiu, iar volumul rămas se trece prin soluţie alcalină de pirogalol, micşorîndu-se cu 21 cm³. Volumul de gaz colectat după spălare este de 252 cm³. Se cere : *a)* să se stabilească compoziţia amestecului gazos analizat ; *b)* să se calculeze cantitatea de sare rezultată la trecerea gazelor prin soluţia de hidroxid ; *c)* să se arate în ce condiţii s-ar fi format o sare acidă ; *d)* ce cantitate de alchină s-ar obţine din metan cu un randament de 60% şi prin ce procedee şi ce cantităţi de hidrocarbură superioară cu număr par de atomi de carbon se poate obţine din etan cu randamentul de 75% şi prin ce metodă. (Compoziţia aerului în volume se consideră 1/5 oxigen şi 4/5 azot).

33.36. Piroliza metanului are loc cu un randament de 80%, din care 60% se transformă în acetilenă. Să se calculeze : *a)* compoziţia amestecului gazos rezultat din reacţie şi cantitatea de negru de fum ce se obţine ; *b)* masa de acid acetic necesară ca să fixeze acetilena rezultată din reacţie. (Se consideră gazele la condiţiile normale).

33.37. Prin cracarea butanului se obţine un amestec gazos cu volumul de 1850 m³ la condiţiile normale.

Scanned with OKEN Scanner

Metanul din amestecul gazos reprezintă 27%, iar etanul 19%. Să se calculeze : *a)* randamentul global al reacției de cracare ; *b)* cantitatea de acid sulfuric ce intră în reacție cu o parte din hidrocarburile rezultate la carcare ; *c)* cantitățile de produse hidroxilice ce se pot obține din prelucrarea amestecului gazos și reacțiile ce au loc.

33.38. Se dă un amestec echimolecular de CH_3OH și C_2H_5OH, cu masa de 39 kg. Se cere : *1)* compoziția procentuală a amestecului de alcooli ; *2)* cantitățile de CO (m^3, kg, kmoli) și de H_2 (m^3, kg, kmoli și moli atomici), necesare pentru obținerea CH_3OH ; *3)* alcoolul etilic se obține plecînd de la acetilenă. Se cere cantitatea de gaz metan de puritate 95% din care se obține prin piroliză cantitatea de C_2H_2 necesară ; *4)* volumul de aer (cu 20% O_2) necesar arderii amestecului dat ; *5)* compoziția în procente de volum a amestecului de gaze rezultat prin ardere ; *6)* volumul soluției de acid sulfuric 19,6%, care neutralizează soluția de KOH 14% ce absoarbe complet CO_2 rezultat la punctul *5)*, dacă se obține o sare acidă. Care este masa soluției de KOH ? (ρ sol H_2SO_4 = =1,14 g/cm^3)

(Concurs de admitere 1967, Chimia Industrială, București)

33.39. Se dau 936 kg dintr-un amestec de CO, CO_2 și N_2. Prin tratarea amestecului cu NH_3 gazos rezultă 81 kg acid cianhidric și 360 kg uree conform reacțiilor :

$$CO + NH_3 \rightarrow HCN + H_2O$$

$$CO_2 + 2NH_3 \rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$$

Să se calculeze : *1)* cantitățile de CO, CO_2 și N_2 din amestec exprimate în kg, kmol și m^3 ; *2)* compoziția amestecului în procente de volum și de greutate, *3)* masa moleculară medie, densitatea și densitatea față de aer a amestecului ; *4)* volumul de amoniac necesar reacției, măsurat în condiții normale ; *5)* știind că prin ardere masa amestecului crește cu 48 de kg, iar la trecerea amestecului printr-o soluție de NaOH volumul său se micșorează cu 134,4 m^3, să se calculeze masa soluției 16% de NaOH, care absoarbe complet CO_2 din amestec.

(Concurs de admitere 1967, Chimia Industrială, București)

33.40. Prin arderea în clor a 39,55 cm^3 de hidrocarbură lichidă cu densitatea 0,86 g/cm^3 și masa moleculară 136 se obțin 146 g HCl. Se cere :

a) compoziția procentuală a hidrocarburii ;

b) formula moleculară a hidrocarburii ;

c) reacția dintre hidrocarbură și clor.

33.41. Un volum de 10 cm^3 hidrocarbură gazoasă cu o singură legătură nesaturată se amestecă într-un spațiu închis cu 25 cm^3 clor gazos. După reacție se obține un volum gazos de 5 cm^3. La arderea a 0,26 g din hidrocarbura respectivă se consumă 560 cm^3 O_2.

Dacă pentru obținerea acestei hidrocarburi se folosește ca materie primă metanul, iar amestecul gazos conține 23,68% în volume hidrocarbură nesaturată după reacție, să se calculeze :

Scanned with OKEN Scanner

a) formula moleculară a hidrocarburii ; *b)* volumul de metan necesar obţinerii unei tone de hidrocarbură ;

c) randamentul reacţiei la obţinerea hidrocarburii.

În calcule se consideră gazele la condiţii normale.

33.42. La o fabrică de oglinzi se planifică pentru consumul anual 10 t azotat de argint. Să se calculeze :

a) între ce limite teoretice este cuprins consumul de acid azotic pentru obţinerea azotatului de argint necesar ;

b) cantitatea de glucoză ce trebuie planificată pentru obţinerea oglinzilor, dacă reacţia de reducere decurge cu un randament de 90% ;

c) cantităţile teoretice de substanţe ce rezultă la descompunerea a 1,7 g $AgNO_3$.

Tabela 1

Solubilitatea sărurilor în apă

Acizi corespunzători		Metale																		
		+1 K	+1 Na	+2 Ba	+2 Ca	+2 Mg	+3 Al	+3 Cr	+2 Fe	+3 Fe	+2 Mn	+2 Zn	+1 Ag	+1 Hg	+2 Hg	+2 Cu	+2 Pb	+3 Bi	+2 Sn
Denumirea	Formulă																		
Acid clorhidric	HCl	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	n	n	s	s	p	—	s
Acid sulfhidric	H_2S	s	s	s	p	s	—	—	n	—	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Acid sulfuros	H_2SO_3	s	s	n	n	n	—	—	n	—	n	n	n	n	n	n	n	n	—
Acid sulfuric	H_2SO_4	s	s	n	p	s	s	s	s	s	s	s	p	p	s	s	n	s	s
Acid ortofosforic	H_3PO_4	s	s	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Acid carbonic	H_2CO_3	s	s	n	n	n	—	—	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	—
Acid silicic	H_2SiO_3	s	s	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	—	—	n	n	—	—
Acid azotic	HNO_3	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s

Observaţie :

— Cifrele de deasupra simbolurilor metalelor indică valenţa.
— Litera „s„ arată substanţa care se dizolvă în apă.
— Litera „n“ arată că substanţa nu se dizolvă.
— Litera „p“ arată că se dizolvă puţin.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

Densitatea soluțiilor apoase a cîtorva acizi la 18°C

%	H_2SO_4	HNO_3	HCl	%	H_2SO_4	HNO_3
4	1,027	1,022	1,019	54	1,439	1,340
6	1,040	1,033	1,029	56	1,460	1,351
8	1,055	1,044	1,039	58	1,482	1,362
10	1,069	1,056	1,049	60	1,503	1,373
12	1,083	1,068	1,059	62	1,525	1,384
14	1,098	1,080	1,069	64	1,547	1,394
16	1,112	1,093	1,079	66	1,571	1,403
18	1,127	1,106	1,089	68	1,594	1,412
20	1,143	1,119	1,100	70	1,617	1,421
22	1,158	1,132	1,110	72	1,640	1,429
24	1,174	1,145	1,121	74	1,664	1,437
26	1,190	1,158	1,132	76	1,687	1,445
28	1,205	1,171	1,142	78	1,710	1,453
30	1,224	1,184	1,152	80	1,732	1,460
32	1,238	1,198	1,163	82	1,755	1,467
34	1,255	1,211	1,173	84	1,776	1,474
36	1,273	1,255	1,183	86	1,793	1,480
38	1,290	1,238	1,194	88	1,808	1,486
40	1,307	1,251	—	90	1,819	1,491
42	1,324	1,264	—	92	1,830	1,496
44	1,342	1,277	—	94	1,837	1,500
46	1,361	1,290	—	96	1,840	1,504
48	1,380	1,303	—	98	1,841	1,510
50	1,399	1,316	—	100	1,838	1,522
52	1,419	1,328	—			

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 3

Densitatea soluțiilor cîtorva alcalii la 18°C

%	KOH	NaOH	NH_3	%	KOH	NaOH	NH_3
4	1,033	1,046	0,983	32	1,310	1,352	0,893
6	1,048	1,069	0,973	34	1,334	1,374	0,889
8	1,065	1,092	0,967	36	1,358	1,395	0,884
10	1,082	1,115	0,960	38	1,384	1,416	—
12	1,100	1,137	0,958	40	1,411	1,437	—
14	1,118	1,159	0,946	42	1,437	1,458	—
16	1,137	1,181	0,939	44	1,460	1,478	—
18	1,156	1,203	0,932	46	1,485	1,499	—
20	1,176	1,225	0,926	48	1,511	1,519	—
22	1,196	1,247	0,919	50	1,538	1,540	—
24	1,217	1,268	0,913	52	1,564	1,560	—
26	1,240	1,289	0,908	54	1,590	1,580	—
28	1,263	1,310	0,903	56	1,616	1,601	—
30	1,286	1,332	0,898	58	—	1,622	—
				60	—	1,643	—
							—

Tabela 4

Proprietățile fizice mai importante ale unor metale

Metalul	Densitatea în kg/m³	Punctul de topire în °C	Punctul de fierbere în °C	Culoarea	Duritatea prin zgîriere (diamant 10)*
Aluminiu	$2{,}7 \cdot 10^3$	660,2	2 060	alb-argintiu	3
Argint	$10{,}5 \cdot 10^3$	960,5	2 210	alb-argintiu	2,7
Aur	$19{,}3 \cdot 10^3$	1 063,4	2 970	galben-strălucitor	2,5
Bariu	$3{,}6 \cdot 10^3$	710	1 540	alb-argintiu	2,2
Beriliu	$1{,}85 \cdot 10^3$	1 284	2 970	alb-argintiu	4
Bismut	$9{,}84 \cdot 10^3$	271	1 560	roșiatică	2,5
Cadmiu	$8{,}65 \cdot 10^3$	321	767	alb-argintiu	2
Calciu	$1{,}6 \cdot 10^3$	851	1 440	alb-argintiu	2
Cesiu	$1{,}9 \cdot 10^3$	28	670	alb-argintiu	0,2
Cobalt	$8{,}9 \cdot 10^3$	1 495	2 900	alb-cenușiu-lucioasă cu reflexe roz	5,5
Crom	$7{,}2 \cdot 10^3$	1 800	2 500	alb-argintiu	9
Cupru	$8{,}9 \cdot 10^3$	1 083	2 600	roșcată (roșu-deschis)	3
Fier	$7{,}86 \cdot 10^3$	1 539	2 740	alb-lucioasă cu nuanță cenușie-albăstruie	4,5

(continuare) *Tabela 4*

Metalul	Densitatea în kg/m³	Punctul de topire în °C	Punctul de fierbere în °C	Culoarea	Duritatea prin zgîriere (diamant 10)*
Iridiu	22,5 .10³	2 450	5 300	alb-argintiu	6,5
Litiu	0,53 .10³	186	1 336	alb-argintiu	0,6
Magneziu	1,74 .10³	651	1 110	alb-argintiu	2,5
Mangan	7,4 .10³	1 250	2 150	alb-cenușiu (ca fierul)	6
Mercur	13,56 .10³	—39	357	alb-lucios	—
Molibden	10,3 .10³	2 625	4 800	alb-cenușiu-lucios	6
Nichel	8,9 .10³	1 455	2 730	alb-lucios cu reflexe gălbui	4
Osmiu	22,6 .10³	2 700	5 550	albastră-cenușie	7
Platină	21,5 .10³	1 774	4 400	alb-strălucitor lucios	4,5
Plumb	11,3 .10³	327	1 740	albăstrui-cenușiu	1,5
Potasiu	0,86 .10³	63	770	alb-argintiu	0,5
Radiu	5 .10³	960	1 140	alb-argintiu	—
Rhodiu	12,4 .10³	1 966	4 500	alb-argintiu	—
Rubidiu	1,5 .10³	39	680	alb-argintiu	0,3
Sodiu (natriu)	0,97 .10³	98	890	alb-argintiu	0,4
Staniu (cositor)	7,3 .10³	232	2 360	alb-argintiu	2
Stronțiu	2,6 .10³	770	1 380	alb-argintiu	—
Tantal	16,6 .10³	3 000	5 300	cenușiu-lucios	7
Titan	4,5 .10³	1 727	3 260	aspectul fierului	4
Wolfram (Tungsten)	19,3 .10³	3 410	5 930	alb-lucios	7
Zinc	7,1 .10³	419	907	alb-albăstrui	2,5

*Scara durităților după Mohs este:

1. Talc
2. Ghips
3. Calcită
4. Fluorină
5. Apatită
6. Feldspat
7. Quarț
8. Topaz
9. Corindon
10. Diamant

Tabela 5

Seria potențialelor de electrod

Electrodul	Reacția	ε în V	Electrodul	Reacția	ε în V
Li, Li^+	$Li \rightarrow Li^+ + e^-$	—3,024	Sb, Sb^{3+}	$Sb \rightarrow Sb^{3+} + 3e^-$	+0,2
Rb, Rb^+	$Rb \rightarrow Rb^+ + e^-$	—2,925	Bi, Bi^{3+}	$Bi \rightarrow Bi^{3+} + 3e^-$	+0,260
K, K^+	$K \rightarrow K^+ + e^-$	—2,924	Cu, Cu^{2+}	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$	+0,340
Cs, Cs^+	$Cs \rightarrow Cs^+ + e^-$	—2,923	Te, Te^{4+}	$Te \rightarrow Te^{4+} + 4e^-$	+0,568
Na, Na^+	$Na \rightarrow Na^+ + e^-$	—2,714	J_2, J^-	$\frac{1}{2} J_2 + e \rightarrow J^-$	+0,536
Ca, Ca^{2+}	$Ca \rightarrow Ca^{2+} + 2e^-$	—2,70	Hg, Hg_2^{2+}	$2Hg \rightarrow Hg_2^{2+} + 2e^-$	+0,798
Mg, Mg^{2+} (18°)	$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$	—1,866	Ag, Ag^+	$Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$	+0,799
Al, Al^{3+}	$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$	—1,690	Br_2, Br^-	$\frac{1}{2} Br_2 + e^- \rightarrow Br^-$	+1,066
Zn, Zn^{2+}	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	—0,761	Cl_2, Cl^-	$\frac{1}{2} Cl_2 + e^- \rightarrow Cl^-$	+1,358
Ga, Ga^{3+}	$Ga \rightarrow Ga^{3+} + 3e^-$	—0,520	Au, Au^{3+}	$Au \rightarrow Au^{3+} + 3e^-$	+1,360
Fe, Fe^{2+}	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	—0,441	F_2, F^-	$\frac{1}{2} F_2 + e^- \rightarrow F^-$	+2,850
Cd, Cd^{2+}	$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$	—0,402	S, S^{2-}	$S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$	+0,480
Tl, Tl^+	$Tl \rightarrow Tl^+ + e^-$	—0,338	H_2, OH^-	$\frac{1}{2} H_2 + OH^- \rightarrow H_2O + e^-$	—0,828
Co, Co^{2+}	$Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^-$	—0,283	O_2, OH^-	$2OH^- \rightarrow \frac{1}{2} O_2 + H_2O + 2e^-$	+0,401
Ni, Ni^{2+}	$Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$	—0,236	Ag, AgBr, Br^-	$Ag + Br^- \rightarrow AgBr + e^-$	+0,0711
Sn, Sn^{2+}	$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$	—0,140	Ag, Ag J, J^-	$Ag + J^- \rightarrow AgJ + e^-$	+0,152
Pb, Pb^{2+}	$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$	—0,126	Hg, Hg_2 SO_4	$2Hg + SO_4^{2-} \rightarrow Hg_2SO_4 + 2e^-$	+0,614
H_2, H^+	$\frac{1}{2} H_2 \rightarrow H^+ + e^-$	0,00	SO_4^{2-}		

Tabela 6

Masele atomice rotunjite ale elementelor utilizate la probleme

Denumirea elementului	Simbol	Masa atomică	Denumirea elementului	Simbol	Masa atomică
Aluminiu	Al	27	Mangan	Mn	55
Argint	Ag	108	Mercur	Hg	200,6
Argon	Ar	40	Molibden	Mo	96
Arsen	As	75	Neon	Ne	20
Aur	Au	197	Nichel	Ni	59
Azot	N	14	Osmiu	Os	190
Bariu	Ba	137	Oxigen	O	16
Beriliu	Be	9	Platină	Pt	195
Bismut	Bi	209	Plumb	Pb	207
Bor	B	11	Potasiu	K	39
Brom	Br	80	Radiu	Ra	226
Cadmiu	Cd	112	Seleniu	Se	79
Calciu	Ca	40	Siliciu	Si	28
Carbon	C	12	Sodiu	Na	23
Clor	Cl	35,5	Sulf	S	32
Cobalt	Co	59	Stronţiu	Sr	88
Cripton	Kr	84	Stibiu	Sb	122
Crom	Cr	52	Staniu	Sn	119
Cupru	Cu	63,5	Taliu	Tl	204
Fier	Fe	56	Telur	Te	128
Fluor	F	19	Titan	Ti	48
Fosfor	P	31	Uraniu	U	238
Heliu	He	4	Vanadiu	V	51
Hidrogen	H	1	Wolfram	W	184
Iod	I	127	Zinc	Zn	65,4
Litiu	Li	7	Xenon	Xe	131
Magneziu	Mg	24			

Scanned with OKEN Scanner

I. Masa atomică și masa moleculară

1.1. — 1,008 g; 16 g; 12,011 g; 32,066 g; 55,85 g; H_2:2,016 g; O_2: 32 g.
1.2. — 18,016 g; 36,465 g; 58,448 g; 98,082 g.
1.3. — 79,54 u; 101,96 u; 46,008 u.
1.4. — 74,096 u; 84,01 u; 231,55 u; 685,63 u.
1.5. — 25 moli atomici și 12,5 moli moleculari.
1.6. — 15 kmoli, 20 kmoli
1.7. — Varul nestins
1.8. — H_2: $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg; N_2: $23{,}24 \cdot 10^{-27}$ kg.
1.9. — $6{,}02 \cdot 10^{23}$
1.10. — ≈ 48 u
1.11. — de 2 ori
1.12. — Molecula de H_2SO_4 este de 1,55 ori mai grea.
1.13. — 40 u
1.14. — 6 g C; 80 g S
1.15. — 28 moli
1.16. — În 2 moli de apă
1.17. — 1085,5 kg; 4 500 moli
1.18. — 6 moli atomici
1.19. — 36 g apă
1.20. — 2,5 moli de apă
1.21. — 1,5 moli; 18 moli
1.22. — $\approx 1{,}008$ u și 35,457 u
1.23. — ≈ 14 u (masa atomică a azotului)
1.24. — H_2S: 34, S: 32
1.25. — Ga$\approx$69,7 u; Ge$\approx$72,6 u; Pb$\approx$207,2 u
1.26. — 0,00239 u$\approx 39{,}674 \cdot 10^{-31}$ kg
1.27. — Li: $11{,}62 \cdot 10^{-27}$ kg; Ca: $69{,}72 \cdot 10^{-27}$ kg; Cu: $104{,}58 \cdot 10^{-27}$ kg
1.28. — $^{12}C = 98{,}885\%$; $^{13}C = 1{,}115\%$
1.29. — $\approx 72{,}64 \cdot 10^{-30}$ kg; $6{,}538 \cdot 10^{-12}$ J; $0{,}934 \cdot 10^{-12}$ J/nucleon
1.30. — *a*) $^{39}_{19}K$; $^{40}_{20}Ca$; $^{31}_{15}P$; $^{35}_{17}Cl$; *b*) 18 electroni

Scanned with OKEN Scanner

II. Legea conservării masei substanțelor. Legea proporțiilor definite. Legea proporțiilor multiple

2.5. — 21,7 g HgO
2.6. — 4,6 g AgCl și 18,4 g $NaNO_3$
2.7. — 120 kg var nestins și 40 kg apă
2.8. — Da; CO_2 ce s-a degajat
2.9. — Da; I: de descompunere II: de combinare
2.10. — Deschizînd clema, o nouă cantitate de aer pătrunde în balon în locul oxigenului consumat, mărind astfel masa totală
2.11. — 201,68 g oxid metalic
2.12. — 67,1 litri oxigen
2.13. — a) 35 kg; b) 0,000000418 g
2.14. — $\frac{A}{B}=\frac{1}{8}$; 11,12% A și 88,88% B (apă)
2.15. — 5 g hidrogen, 40 g oxigen
2.16. — 27 g apă; 12 g hidrogen
2.17. — 33 kg FeS; 12 kg sulf
2.18. — $\frac{C}{O}=\frac{3}{8}$
2.19. — 42 g Fe; 24 g sulf
2.20. — 5 : 3
2.21. — 50 g SO_3
2.22. — 8 l hidrogen; 6,435 cm^3 apă
2.23. — 40 kg SO_2 și 25 kg Fe_2O_3
2.24. — 27,27% carbon; 72,73% oxigen
2.25. — 17 g oxigen
2.26. — 63 g apă și 77 g CO_2; 20 g hidrocarbură
2.27. — 53,85% Fe și 46,15% S; 46,66% Fe și 53,33% S.
2.28. — ≈31 kcal
2.29. — *a*) 40 g S; 20 g oxigen. *b*) 70 g. CaO
2.30. — *a*) A=30 g B=28 g; *b*) 24,14% Si; 34,48% Ca; 41,38% oxigen
2.31. — B; FeS

Scanned with OKEN Scanner

III. Simbol. Formulă chimică

3.6. — 63,63% Fe și 36,37% S; 46,66 % Fe și 53,34 % S; 62,92 % Fe și 37,08 % O_2; 12,85% Al, 54,29 % F_2 și 32,85 % Na.
3.7. — 5 kg hidrogen, 80 kg sulf și 160 kg oxigen
3.8. — de 1,5 ori
3.9. — de 2,3,4, și respectiv 5 ori
3.10. — 34 u
3.11. — 0,86 kg Pb.
3.12. — În Al_2O_3
3.13. — 284 g $CaCl_2$
3.14. — 1190 kg Fe
3.15. — 200 kg $CaCO_3$
3.16. — *a*) 90 g apă și 292,5 g sare *b*) 10 g hidrogen
3.17. — 270 kg Al_2O_3
3.18. — 54 kg oxigen
3.19. — *a*) 19,42% Al; 14,38% Ca; 20,14% Si; 46,04% oxigen *b*) 20,16 CaO; 43,19% SiO_2; 36,65% Al_2O_3
3.20. — *a*) 55,8% oxigen, 21,7% Si; *b*) 39,5% Al_2O_3 și 46,5% SiO_2
3.21. — 230 kg dolomită; 40 kg Ca și 24 kg Mg.
3.22. — *a*) 54,3%; *b*) 60% NaF și 40% AlF_3; *c*) 1,54 kg Al
3.23. — CS_2
3.24. — CaO
3.25. — NO_2
3.26. — SO_2
3.27. — Fe_2O_3
3.28. — $CuSO_4$
3.29. — $NaHCO_3$
3.30. — $C_{10}H_8$
3.31. — $C_2H_4Br_2$
3.32. — $C_6H_{12}O_6$
3.33. — C_2H_6
3.34. — C_2H_2
3.35. — C_2H_6
3.36. — $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$
3.37. — Si_2H_6

Scanned with OKEN Scanner

3.38. — *a*) Na_2CO_3 ; *b*) $Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O$

3.39. — *a*) $Mn_3O_4 \approx 8$ g ; $CuFeS_2 \approx 168$ g ; $NiO \approx 2{,}6$ g *b*) $CuNO_3 \approx 83$ g ; $MnSO_4 \approx 16{,}65$ g ; $NiCl_2 \approx 4{,}4$ g

IV. Echivalenţii

4.4. — 9

4.5. — 4,66

4.6. — 56 ; 7 ; 3

4.7. — Mg = 24 ; Al = 27

4.8. — 9

4.9. — 27,9

4.10. — 20

4.11. — 5,04 g

4.12. — 4,436 g

4.13. — 39

4.14. — 108

4.15. — 23

4.16. — 35,5

4.17. — 12

4.18. — 4,75

4.19. — 35,67

4.20. — 67,5

4.21. — 45

4.22. — 63

4.23. — 8 şi 5,33

4.24. — $E_2 : E_1 \approx 2$

4.25. — *a*) Sulful acceptă 8 electroni şi trece de la valenţa +6 la −2
Manganul acceptă 5 electroni trecînd de la valenţa +7 la +2
b) $E_{H_2SO_4} = 12{,}25$; $E_{KMnO_4} = 31{,}6$

4.26. — $H_2SO_4 = 49$; $Al(OH)_3 = 26$; $H_2SO_3 = 82$
$H_2S = 34$; $CaCO_3 = 50$; $NaOH = 40$

4.27. — $As_2S_3 = 123$; $HNO_3 = 21$
$H_2S = 4{,}25$; $HClO_3 = 14{,}08$
$SbCl_3 = 114{,}25$; $KIO_3 = 35{,}66$

Scanned with OKEN Scanner

V. Ecuația chimică

5.4. — 100 kg Fe; 57,4 kg sulf
5.5 — 12 litri
5.6. — 58 g $FeCl_3$ și 38 g clor
5.7. — 69,66 kg
5.8. — 1,1 g CO_2 și 0,45 g apă
5.9. — 245 g
5.10. — 3,5 litri
5.11. — *a*) 6 litri NH_3 *b*) 1 litru H_2
5.12. — 42 g Fe; 16 g O_2
5.13. — 1,5 moli
5.14. — *a*) 6 litri N_2; *b*) ≈7,5 g azot; *c*) 9 l; 12,87 g oxigen
5.15. — 182,5 g
5.16. — 12,25 g
5.17. — 4 g NaOH
5.18. — 16,6 litri H_2 și 29,5 g H_2SO_4 în exces
5.19. — 4,44 litri H_2
5.20. — *a*) 54,4 litri H_2; *b*) 111,8 cm^3 apă
5.21. — *a*) 5,58 m^3 CO_2 *b*) 9,25 kg
5.22. — 1,26 g H_2 și 2 g apă
5.23. — 0,717 g
5.24. — 0,5 moli
5.25. — *a*) 3,425 g Pb_3O_4 nedescompus și 3,345 g PbO format *b*) 0.08 g oxigen
5.26. — *a*) 45 g; *b*) 16,2 g
5.27. — 37,8 g HNO_3 și 3,356 litri oxigen
5.28. — 34,5% NaCl și 65,5% $CaCl_2$
5.29. — 525 litri
5.30. — *a*) 38,4 g sulf; *b*) 134,4 litri aer și 40,32 litri oxigen

VI. Echilibrele chimice

6.9. — *a*) $v_1 = K_1[Cl_2]^3$; $v_2 = K_2[SO_3] \cdot [H_2O]$; $v_3 = K_3[H_2SO_4]$
$v_4 = K_4[N_2] \cdot [O_2]$; $v_5 = K_5[N_2O]^2$; $v_6 = K_6[CH_4]$
b) Viteza reacției (4) crește de 6 ori, iar a reacției (6) de 2 ori.
6.10. — *a*) $[H_2] = 0{,}25$ mol/l; $[I_2] = 0{,}05$ mol/l; *b*) de 28 ori
6.11. — *a*) ≈0,089 mol/l; *b*) ≈0,223 mol/l

Scanned with OKEN Scanner

6.12. — 2,4 mol/l și 4 mol/l.
6.13. — [HI]=9,55 mol/l ; $[H_2]$=6,22 mol/l ; $[I_2]$=5,71 mol/l
6.14. — *a*) crește de 8 ori ; *b*) *c*) în ambele cazuri crește de 9 ori.
6.15. — *a*) ≈0,018 mol/l și 0,072 mol/l ; *b*) ≈0,027 mol/l și 0,108 mol/l ; *c*) ≈ de 5 ori
6.16. — de 9 ori
6.17. — *a*) cu aceeași viteză ; *b*) în vasul al doilea de două ori mai repede.
6.18. — 0,3 mol/l și 0,6 mol/l.
6.19. — 0,08 viteza inițială și 0,0024 viteza finală
6.20. — Inițial : $[NO_2]$=0,3 mol/l ; la echilibru : $[NO_2]$=0,06 mol/l și $[O_2]$=0,12 mol/l
6.21. — 0,15 mol/l și 0,03 mol/l.
6.22. — *a*) 75% ; *b*) $[Cl_2] : [COCl_2] : [CO] = 5 : 3 : 1$
6.23. — presiunea se micșorează cu 10%
6.24. — *a*) 2 mol/l ; *b*) 2 mol/l ; *c*) aceeași concentrație : 1 mol/l
6.25. — $[H_2] : [CO_2] = 1 : 9$
6.26. — reacția (1) se deplasează spre dreapta ;
reacția (2) nu se deplasează ;
reacția (3) se deplasează spre stînga.
6.27. — *a*) reacția (1) se deplasează la stînga, iar reacția (2) la dreapta ;
b) reacția (1) se deplasează la stînga, iar reacția (2) nu se deplasează
6.28. — v_1 crește de 8 ori, v_2 de 4 ori ; echilibrul se deplasează la dreapta
6.29. — *a*) echilibrul se deplasează la stînga ;
b) v_1 scade de 32 ori, iar v_2 de 16 ori ; echilibrul se deplasează la stînga

VII. Oxizi—Acizi—Baze—Săruri

7.1. — Na_2O ; CaO ; MgO
7.3. — R_2O_3 ; R_2O_5 ; RO_2
7.4. — H_2O ; H_2O_2
7.6. — K_2O ; Cu_2O ; Fe_2O_3 ; Na_2O_2 ; BaO ; PbO_2
7.9. — 56 g
7.10. — 16 g oxigen
7.11. — 76,5 kg BaO ; 46 kg NO_2
7.12. — Li_2O ; BaO ; Fe_2O_3
7.13. — K_2O ; MgO ; Na_2O
7.14. — 27,9 g apă ; 29,7 g Na_2O

Scanned with OKEN Scanner

7.15. — 56 g KOH
7.16. — ZnO ; CaO
7.17. — 16 g
7.18. — 95,04 g
7.19. — 44 g
7.20. — 80 g MgO și 196 g H_2SO_4
7.21. — 64 g Ca
7.22. — 145 g
7.23. — CuO ; FeO
7.24. — N_2O_5 ; SO_2 ; P_2O_5 ; Cl_2O_7
7.25. — 50% sulf în SO_2 și 40% sulf în SO_3
7.26. — 96 g SO_2 ; 189 g Na_2SO_3
7.27. — *a*) 70 cm^3 NO ; *b*) 35 cm^3 oxigen ; *c*) 66 g
7.28. — 44 g și 22 g
7.29. — 77,33 g
7.30. — 37,5 g
7.37. — CO_2 ; P_2O_5 ; P_2O_5 N_2O_5 ; SO_2 ; Mn_2O_7
7.38. — 24 g și 5,4 g
7.39. — 9 g ; 13,5 g
7.41. — 32,5 g
7.42. — 1 g hidrogen
7.44. — 0,4 g H_2SO_4
7.45. — 16 g MgO
7.46. — 30 g $CaCO_3$
7.47. — 60 g $ZnCl_2$; 20 g $CuCl_2$
7.48. — *a*) 7,35 g ; *b*) roșie
7.49. — albastră
7.50. — 5 moli și 1,5 moli NaOH
7.51. — 7/8
7.55. — 5,3 g Na_2CO_3 ; 7,4 g K_2CO_3
7.56. — 0,89 g NaOH
7.57. — 160 g amalgam
7.58. — 911,8 cm^3 apă
7,60. — Sînt imposibile grupările *a* și c
7.61. — 0,4 moli $Fe(OH)_3$; 0,6 moli $FeCl_3$
7.62. — 900 g apă
7.63. — 53,5 g $Fe(OH)_3$
7.65. — b) 156,6 g $Ba(NO_3)_2$ și 0,375 moli $Fe_2(SO_4)_3$
7.68. — $Ca_3(PO_4)_2$; $MgHPO_4$; KH_2PO_4

Scanned with OKEN Scanner

7.69. — $Al(OH)_2Cl$; $Al(OH)Cl_2$
7.74. — *a*) 64 g Cu ; *b*) 3 moli Ag ; *c*) 4 moli Cu
7.76. — 214 g $Fe(OH)_3$
7.77. — 32,65 g $CuSO_4$
7.78. — 96%
7,79. — 5,41 g $CuCl_2$
7.80. — 100 g amestec
7.81. — 15 g
7.82. — 80 g NaOH
7.86. — 40,5 g $CuCl_2$
7.87. — 28,7 g AgCl ; 17 g $NaNO_3$
7.88. — 530 g Na_2CO_3
7.89. — 25 g $CaCO_3$ și 29,25 g NaCl
7.90. — 81 g $CuCl_2$
7.92. — $\approx$28,2 g Cu $(NO_3)_2$
7.93. — 66,75 g $AlCl_3$; 85,5 g $Al_2(SO_4)_3$
7.94. — 39,2 g H_2SO_4 ; 50,4 g HNO_3 ; 29,2 g HCl
7.95. — 0,0088 mol/l
7.96. — 0,045%
7.97. — 0,19 mol/l
7.99. — 1,37% și 4,25%
7.100. — 0,002 mol/l
7.101. — $\approx 5{,}77 \cdot 10^{-6}$ mol/l
7.102. — $2 \cdot 10^{-4}$; 0,068 mol/l
7.103. — $\approx$de 121 ori
7.104. — $1{,}8 \cdot 10^{-4}$ mol/l
7.105. — acidă
7.106. — $6{,}25 \cdot 10^{-4}$ mol/l ; bazică
7.107. — $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol/l ioni oxidril și $4 \cdot 10^{-12}$ mol/l ioni de hidroniu
7.108. — 0,425 mol/l
7.109. — I-a soluție : 10^{-13} mol/l (bazică)
— II-a soluție ; 10^{-1} mol/l (acidă)
7.110. — 10,6 cm^3
7.111. — ionii de hidroniu : de la 10^{-7} mol/l la $2 \cdot 10^{-11}$ mol/l
ionii de oxidril : de la 10^{-7} mol/l la $5 \cdot 10^{-4}$ mol/l
7.112. — concentrația HO^- crește de 10 ori, iar concentrația H_3O^+ de 90 ori
7.113. — a) $6{,}023 \cdot 10^{18}$ ioni în soluția de HCN
$\approx 0{,}57 \cdot 10^{21}$ ioni în soluția de acid acetic

b) – în soluția de HCN

7.114. – 1) a) 10^{-3} mol/l; b) 10^{-10} mol/l
2) 500 cm^3

VIII. Legile gazelor

8. 9. – $p=\frac{10}{7}$ atm; $n=1{,}78$ E_{O_2}

8.10. – $\Delta p=3$ atm; $V_{O_2}=1$ l

8.11. – $V'=4/3$ l; $\rho=\rho_0\frac{T_0}{T}\approx 0{,}536\frac{kg}{m^3}$; $V''=1{,}7$ m^3.

8.12. – $\Delta V=\frac{200}{3}$ l

8.13. – $p=29{,}835$ atm; $V=14{,}3$ m^3 aer

8.14. – *a*) $p=749{,}2$ mm Hg; *b*) $p=1123{,}8$ mm Hg

8.15. – 53,33% H_2 și 46,67% O_2

8.16. – 57,15% NH_3 și 42,85% H_2

8.17. – $p=0{,}15$ atm.

8.18. – $V_0=6{,}1$ l; $V=1{,}465$ l

8.19. – $V_1=11{,}2$ l H_2; $V_2=2{,}8$ l O_2; $V_3=0{,}93$ l N_2
$V_4=112$ l vap; $V_{He}=17{,}92$ m^3

8.20. – *a*) $V_1=0{,}8$ l N_2; $V_2=0{,}63$ l Cl_2; $V_3=0{,}35$ l SO_2; *b*) mase molare diferite la aceeași masă de gaze ⇒ numere de moli diferite ⇒ volume diferite.

8.21. – $\frac{V_{H_2}}{V_{CO}}=14$; $\frac{V_{H_2}}{V_{SO_2}}=32$; $\frac{V_{CO}}{V_{SO_2}}=\frac{16}{7}$;

8.22. – $V=11\,200$ l; $m=8\,500$ g NH_3; $n=500$ moli

8.23. – $m=14{,}03$ g O_2

9.24. – *a*) $m=1{,}429$ kg; *b*) se dublează presiunea

8.25. – $n=4$ atomi⇒P_4

8.26. – $M=48$; $m\approx 7{,}97\cdot 10^{-23}$ g

8.27. – $V=39{,}5$ l NH_3

8.28. – $Q=2472{,}28$ kcal

8.29. – $V=3{,}36$ l O_2

8.30. – $V_1=7$ l SO_2; $V_2=35$ l aer

8.31. – 72,1% Fe; 27,9% Zn

8.32. – $V=7{,}940$ m^3 aer

8.33. – $m=51{,}6$ kg H_2; $m'=464{,}4$ kg apă

8.34. – $7{,}31\frac{mol}{l}$ H_2; $2{,}44\frac{mol}{l}$ N_2.

Scanned with OKEN Scanner

8.35. — $V=189$ m³ aer; *b)* $p_{CO_2}=72$ mm Hg; $p_{CO}=144$ mm Hg; $p_{N_2}=544$ mm Hg

8.36. — $m=190$ g soluție NaOH 25%

8.37. — $m=99$ g H_2SO_4 98%

8.38. — $m\approx104{,}74$ g $K_2Cr_2O_7$

8.41. — $p=800$ mm Hg

8.42. — $V_0=269$ l H_2; $V'=538$ l gaz de apă

8.43. — *a)* 33,3% CO și 66,7% CO_2; *b)* $V=166{,}5$ l aer

IX. Solubilitatea substanțelor

9.5. — *a)* Prin evaporarea unei părți din apă; *b)* prin răcire

9.6. — $m_1=1300$ g sare; $m_2=2\,000$ g apă

9.7. — $m=9{,}23$ kg sare; 88,1%

9.8. — 0,52 moli BaJ_2; 0,62 moli NaCl; 0,00154 moli $CaSO_4$; 0,002 moli CaO

9.9. — Solubilitatea = 168,8 g/100 g dizolvant

9.10. — *1)* Nesaturată; *2)* saturată; *3)* nesaturată; *4)* nesaturată; *5)* nesaturată

9.11. — $m=394{,}49$ kg KBr

9.13. — $m=25$ g $KClO_3$

9.14. — $m=13{,}5$ g NaCl

9.15. — *a)* $m=50$ g H_2O; *b)* $m_1=0{,}351$ moli

9.16. — $m=182{,}8$ g alaun

9.17. — $m=5{,}846$ g $KClO_3$; se răcește soluția la 52,5°C

9.18. — Din diagrama solubilităților rezultă: *a)* la 0°C solubilitatea ≈15 g/100 g dizolvant; *b)* la 23°C solubilitatea ≈37 g/100 g dizolvant; *c)* la 25°C solubilitatea ≈38 g/100 g dizolvant; *d)* la 45°C solubilitatea ≈75 g/100 g dizolvant.

9.19. — *a)* Din curba de solubilitate la 10°C, solubilitatea $Pb(NO_3)_2$ = 45g/100 g dizolvant, se depun deci 70 g $Pb(NO_3)_2$; *b)* $c=31\%$

9.20. — Compoziția gazului rezultat se deosebește de a aerului deoarece componenții au coeficienți de absorbție în apă diferiți (solubilități diferite). CO_2 are coeficientul de absorbție cel mai mare (în aer se găsește 0,03%). De asemenea solubilitatea oxigenului (21% în aer) este mai mare decît cea a azotului (78% în aer).

9.21. — $m=10{,}1$ kg CO_2

Scanned with OKEN Scanner

9.22. — *a)* $V=703{,}97$ l NH_3; *b)* $c\approx 47\%$
9.23. — $V=76{,}57$ Ncm^3
9.24. — $V=62{,}72$ cm^3 O_2

X. Cristalohidraţi

10.4. — 55,9% H_2O; $m=540$ g H_2O
10.5. — $m=48{,}65$ g H_2O
10.6. — $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$
10.7. — 7 molecule H_2O
10.8. — 97,66
10.9. — $FeSO_4 \cdot 7H_2O$
10.10. — *a)* $KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$; *b)* 45,56% H_2O; *c)* $m=250{,}63$ g H_2O

XI. Concentraţia soluţiilor

a) Soluţii procentuale

11.5. — *a)* $c=20\%$; *b)* $c=29{,}8\%$
11.6. — *a)* $c=25{,}9\%$; *b)* $m=259{,}2$ kg
11.7. — *a)* $m=40$ g NaOH; *b)* $m=1\ 801{,}8$ kg sol NaOH; $c=24{,}32\%$
11.8. — $c=16{,}92\%$
11.9. — $c=30\%$
11.10. — $c=18{,}478\%$
11.11. — *a)* $m=15{,}8$ g H_2O; *b)* $c=44{,}29$
11.12. — $c=16.2\%$
11.13. — $m=237{,}6$ KOH; $2{,}4\ \frac{mol}{kgH_2O}$
11.14. — *a)* $m=162$ g Na_2SO_3; *b)* $V=35{,}5$ Nm^3 SO_2
11.15. — *a)* $m=781{,}25$ g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $m=9\ 218{,}75$ g H_2O;
b) $m_{H_2SO_4} \in [326{,}66\text{ g}, 653{,}32\text{ g}]$.
11.16. — *a)* $m=333$ kg H_2O; *b)* $\frac{m_{acid}}{m_{apă}} = \frac{200}{333}$, $m\approx 0{,}178$ g Na_2CO_3;
c) $m=533$ kg amestec şi $1{,}8\ \frac{moli}{kg\ H_2O}$
11.17. — *a)* $m=300$ kg H_2SO_4 60%; *b)* $m=100$ kg H_2O
11.18. — $V=2{,}6$ l HNO_3 10%; $\Delta V=120$ cm^3
11.19. — 18,75 părţi de acid de 50%, 6,25 părţi de acid de 90%
11.20. — 250 g Bi, 125 g Pb, 62,5 g Sn, 62,5 g Cd

Scanned with OKEN Scanner

11.21. – $m_1=2{,}230$ kg HNO_3; $m_2=10{,}035$ kg H_2O
11.22. – $m_1=400$ g sol 40% și $m_2=600$ g sol 15%
11.23. – $c=13{,}79\%$
11.24. – $c=14{,}88\%$
11.25. – $c=12{,}25\%$
11.26. – $m=200$ g KOH
11.27. – $m=147{,}2$ g H_2O
11.28. – $m=60$ g HCl
11.29. – $m=25$ g H_2O
11.30. – $c=25{,}8\%$
11.31. – $c=8{,}2\%$
11.32. – 0,5 moli acid; 320,48 cm^3 soluție NaOH
11.33. – $V=183{,}18$ cm^3 acid
11.34. – $m_1=102{,}33$ t H_2SO_4 92%; 140,87 t H_2SO_4 40,25%

b) Soluții molare

11.39. – $m=25{,}2$ g HNO_3
11.40. – $m=25$ g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
11.41. – $V=33{,}28$ cm^3 H_2SO_4
11.42. – $V=8{,}57$ cm^3 soluție de acid.
11.43. – $V=50$ cm^3 sol 2 M NaOH
11.44. – $V=300$ cm^3 sol 1M NaOH
11.45. – $m=28{,}7$ g AgCl
11.46. – $m=34{,}95$ g $BaSO_4$
11.47. – *a)* $\frac{V_{sol HNO_3}}{V_{sol NaOH}}=\frac{4}{15}$; *b)* 0,3 M sol HNO_3; 0,08 M sol NaOH
11.48. – 3,96 moli/l
11.49. – $T=1{,}76$ g/cm^3; 17,9 moli/l

c) Soluții normale

11.53. – $m=34{,}2$ g $Al_2(SO_4)_3$
11.54. – $T=0{,}296\frac{\text{g Na NO}_3}{\text{cm}^3\text{soluție}}$; $N=3{,}5$
11.55. – $c=9{,}7\%$; $M=1$; $N=2$; $T=0{,}107\frac{\text{g Na}_2\text{CO}_3}{\text{cm}^3\text{ soluție}}$

Scanned with OKEN Scanner

11.56. — $S=88$ g; $c=46{,}8\%$

11.57. — $V=246{,}34$ cm³ HCl 26,2%

11.58. — $V\approx 504{,}5$ cm³ H_2O; $c=\frac{N}{10}$

XIII. Electrochimia I

13.1. — *a)* Conduc curentul electric soluția NaCl, apa de barită și soluția de H_2SO_4, deoarece substanțele respective sînt ionizate, iar ionii iau parte la trecerea curentului electric (conductibilitate ionică). NaCl și $Ba(OH)_2$ au legături ionice, iar H_2SO_4 legături covalente polare. *b)* Soluția de zahăr și benzenul nu conduc curentul electric, deoarece nu ionizează. Zahărul și benzenul sînt substanțe cu legături covalente. *c)* Apa distilată este foarte puțin ionizată și are o conductibilitate ionică foarte scăzută.

13.2. — HCl anhidru (lichefiat) nu conduce curentul electric, deoarece nu cuprinde ioni $[H_3O]^+$ și Cl^-. În soluție, în apă, molecula ionizează astfel soluția este bună conducătoare.

13.11. — $\frac{KNO_3}{K_2SO_4}=\frac{101}{87}$

13.12. — $\frac{Na_2SO_4}{Fe_2(SO_4)_3}=\frac{213}{200}$

13.13. — 0,5 moli de Cl^-

13.14. — $\frac{3}{20}\frac{\text{moli}}{1\text{ sol}}\ SO_4^{2-}$; $\frac{1}{10}\frac{\text{moli}}{1\text{ sol}}Al^{3+}$

13.17. — $\alpha=70\%$

13.18. — $n=7{,}62\cdot 10^{19}$

13.19. — $\alpha=25\%$

13.20. — 0,426 moli de Na^+

13.21. — $[H_3O^+]_I=4{,}2\cdot 10^{-4}$ moli; $[H_3O^+]_{II}=1{,}4\cdot 10^{-3}$ moli $\Rightarrow \frac{[H_3O^+]_I}{[H_3O^+]_{II}}=\frac{3}{10}$

13.22. — Nr. particule $=nN\ (1-\alpha+K\alpha)=13{,}244\cdot 10^{21}$, unde n=număr de moli, N=numărul lui Avogadro, K=numărul ionilor ce rezultă dintr-o moleculă

13.23. — $N=5{,}1\cdot 10^{23}$ particule.

13.25. — $[Cl^-]=\frac{0{,}18\ \text{moli}}{1}$; $[Al^{3+}]=0{,}06\frac{\text{moli}}{1}$

13.26. — $c=0{,}1$ M.

13.27. — $[Mg^{2+}]=1{,}32\frac{\text{moli}}{1}$; $[Cl^-]=2{,}64\frac{\text{moli}}{1}$

Scanned with OKEN Scanner

13.44. — $\alpha = 0{,}045\%$

13.45. — *a)* $\alpha_1 = 3{,}88\%$; $\alpha_2 = 5{,}5\%$; $\alpha_3 = 12{,}25\%$; *b)* gradul de disociere crește cu diluția

13.46. — $\alpha = 32\%$; $K = 1{,}05 \cdot 10^{-4}$.

13.47. — $[H_3O^+] = 5{,}62 \cdot 10^{-1} \frac{moli}{l}$; $[HO^-] = 1{,}78 \cdot 10^{-14} \frac{moli}{l}$

$pH < 7$ (caracter acid)

XV. Electrochimia II

Electroliza

15.5. — *a)* 1 F ; *b)* 3 F

15.6. — *a)* $t = 250{,}9$ s ; *b)* $Q = 301{,}08$ C (coulombi)

15.7. — Prin electroliza soluției de $CuSO_4$, acidul se formează în soluție într-o cantitate echivalentă cu metalul depus conform reacției:

$Cu^{2+} + 3H_2O \rightarrow Cu + 2H_3O^+ + 1/2\ O_2$;

$m = 2{,}74$ g H_2SO_4

15.8. — [0,1 echivalent-gram $\approx \frac{M}{4}$

15.9. — $t = 4$ h 24 min 24 s

15.10. — $m = 40$ g H_2

15.11. — $m = 6{,}4$ g $CuSO_4$

15.12. — $m = 0{,}19$ g Cr

15.13. — $E_{Bi} = 69{,}67$ g

15.14. — $m = 24{,}5$ g $KClO_3$

15.15. — $m = 3{,}48$ g Fe

15.16. — *a)* $V_1 = 0{,}6963$ l C_2H_6, $V_2 = 1{,}3926$ l CO_2 ; *b)* $V' = 0{,}6963$ l H_2 ; *c)* 0,3756 M de CH_3COONa ; 0,124 M de NaOH

XVI. Sistemul periodic al elementelor

16.11. — C, F și Li

16.12. — O, S și Cr ; CrO_3

16.13. — C ; 25% H_2

16.15. — As

Scanned with OKEN Scanner

XVII. Hidrogenul

17.1. — *a)* Cu și Hg nu reacționează; *b)* Al dă cea mai mare cantitate de $H_2 \Rightarrow 0{,}11$ g

17.2. — 92,85% Zn

17.3. — $m = 75$ kg CaH_2

17.4. — $m = 718{,}42$ g Zn

17.5. — $m = 103{,}37$ kg Fe_3O_4; $m' = 74{,}8$ kg Fe

17.6. — $\varrho = 0{,}089 \frac{kg}{m^3}$; $d = 0{,}069$

17.7. — $V = 42{,}13$ l H_2

17.8 — $m = 1{,}257$ g H_2; $V = 14{,}088$ l H_2

17.9. — *a)* $m = 1\,588{,}66$ H_2; *b)* $Q \approx 6\,029$ kcal

XVIII. Nemetalele

1. Nemetalele grupei a VII-a principale. Halogenii

a) Fluorul și compușii lui

18.1. — *a)* F_2O; *b)* $F_2^{I}O^{II}$

18.2. — $m = 8$ g HF; *b)* 8,96 l HF

18.3. — $m = 1{,}275$ g SiO_2

b. Clorul și compușii lui

18.4. — 1,5 moli Cl_2; $V = 33{,}6$ l Cl_2

18.5. — $m = 106{,}5$ g Cl_2; $V = 33{,}6$ l

18.6. — $m = 121{,}575$ g Cl_2

18.7. — 7,2% $KClO_3$

18.8. — $V = 134{,}4$ l Cl_2

18.9. — $\rho = 3{,}17 \frac{kg}{m^3}$; $d = 2{,}45$

18.10. — $m = 20$ kg Cl_2

18.11. — Nu; rămîne $m = 0{,}95$ g P

18.12. — $m = 28$ g Fe

18.13. — $V = 56$ l HCl

18.14. — *a)* 4 vol HCl și 1 vol H_2; *b)* Da

Scanned with OKEN Scanner

18.15. — 78% NaCl
18.16. — 87,29% HCl
18.17. — *a*) $V=10\,000$ l Cl_2; *b*) $m\approx 32{,}6$ kg HCl; $V=78{,}93$ l soluție
18.18. — 26.74%
18.19. — 20,68%
18.20. — $m=3{,}125$ moli HCl
18.21. — $m=7{,}4$ g exces HCl
18.22. — $m=0{,}35$ g NaOH exces; reziduu $=19{,}68$ g (NaCl+NaOH)
18.23. — puritatea $=97{,}5\%$

c. Bromul și compușii lui

18.25. — $m=38{,}83$ g Br_2
18.28. — $FeBr_3$
18.29. — exces $=1$ g $AgNO_3$; $m=18{,}8$ g AgBr
18.30. — $m=5988$ g soluție; $m'=2\,065{,}8$ g KBr
18.31. — *a*) 600 volume; *b*) 68,5%
18.32. — 1,67%

d. Iodul și compușii lui

18.33. — $m=113{,}38$ g I_2
18.34. — $V=2{,}8$ l Cl_2; $V'=2{,}8$ l SO_2
18.35. — $V=0{,}73$ l Cl_2
18.37. — *a*) $\frac{M}{1\,000}$; *b*) 0,263%
18.38. — $V=2{,}24$ l HI; $\rho_0=5{,}705\frac{kg}{m^3}$; $d=4{,}71$
18.39. — $V=1{,}12$ l SO_2

e. Generalități asupra halogenilor

18.43. — Impurități $=2{,}5\%$
18.44. — $m=61{,}25$ $KClO_3$
18.45. — *a*) grad de transformare $=99{,}4\%$; *b*) $m=1{,}26$ t Na_2SO_4; *c*) 69,6% HCl și 30,4% H_2O (în greutate); *d*) 691 kg pentru o tonă sulfat sau 886 kg pentru o tonă sare; *e*) 895 kg H_2SO_4 pentru 1 tonă sulfat.

Scanned with OKEN Scanner

2. Nemetalele grupei a VI-a principale

a. Oxigen, ozon, apă și apă oxigenată

18.46. — H_2O ; 88,89%

18.47. — $\rho = 1{,}429 \frac{kg}{m^3}$; $d = 1{,}105$;

18.48. — $V = 54{,}8$ l

18.49. — $3\ MnO_2 = Mn_3O_4 + O_2$

18.50. — $V = 20\ cm^3\ H_2O$; $m = 2{,}22$ g H_2 ; $m' = 17{,}78$ g O_2

18.51. — 66,7% vapori H_2O ; 33,3% O_2 ; $V = 15\ cm^3$

18.52. — Se formează sistemul : $x + y = 20$; $y - 2x = -22$, unde x = volumul oxigenului și y = volumul azotului *a*) 25% H_2 ; 75% N_2 ; *b*) 70% O_2

18.53. — $V_1 = 40\ cm^3\ O_3$; $V_2 = 600\ cm^3\ O_2$

18.54. — $\rho \approx 2{,}14 \frac{kg}{m^3}$; $d \approx 1{,}65$; 1,5 ori

18.55. — $V = 4{,}94$ l O_2 ; $m = 70{,}87$ g Ag

18.56. — $m = 16{,}43$ g O_3 ; $V = 7{,}66$ l O_2 ; $V_1 = 7.66$ l Cl_2

18.57. — H_2O_2

18.58. — $V = 4{,}94$ l O_2

18.59. — $m = 0{,}3\ 125$ kg perhidrol

18.60. — 8,5%

18.61. — $m = 2{,}4$ g O_3

18.63. — *a*) $m = 1{,}43$ g O_2 ; *b*) $V = 1$ l O_2 ; *c*) $Ca(OH)_2 + Cl_2 = CaOCl_2 + H_2O$; $CaOCl_2 + H_2O_2 = CaCl_2 + H_2O + O_2$

b. Sulful și compușii lui

18.64. — $m = 37{,}5$ g Al_2S_3 ; $m' = 3$ g sulf

18.65. — $Fe + S = FeS$; $FeS + 2\ HCl = FeCl_2 + H_2S$; $V = 2$ l H_2S ; $m = 2{,}857$ g S ; $\frac{Fe}{S} = \frac{7}{4}$

18.66. — $Zn + S \xrightarrow{\text{încălzire}} ZnS$; $ZnS + 2HCl = ZnCl_2 + H_2S$; $H_2S + 2\ NaOH = Na_2S + 2H_2O$; m = 4,19 g Zn

18.67. — $m = 5$ g $CuSO_4$; $c = \frac{5}{8} \frac{moli}{l}$

18.68. — $V = 1{,}4$ l H_2S

18.69. — $V = 2{,}8$ l SO_2 ; $m = 512{,}5$ g sol H_2SO_4

18.70. — conc. = 12,125 g/m³ SO_2

18.71. — $V = 5{,}17$ l SO_2

18.72. — $\rho = 2{,}85$ kg/m³ ; $d = 2{,}21$

Scanned with OKEN Scanner

18.73. — $V=52{,}28$ l SO_2
18.74. — $m=80$ g SO_2; $V=28$ l SO_2; $m=40$ g S
18.75. — $SO_2=71{,}43\%$; $O_2=28{,}57\%$
18.76. — $\eta=75\%$
18.77. — $m=68{,}9$ t H_2SO_4
18.78. — $m=6{,}326$ g $KHSO_4$; $m_1=7{,}102$ g K_2SO_4
18.79. — $V=16{,}8$ l SO_2
18.80. — $m=49$ g H_2SO_4; $V=11{,}2$ l SO_2; $V'=5{,}6$ l CO_2
18.81. — $c=84{,}48\%$
18.82. — $m=20{,}12$ g I_2
18.83. — H_2SO_4
18.85. — $V\approx331{,}82$ l H_2SO_4 98%

3. Nemetalele grupei a V-a principale

a. Azotul şi compuşii lui

18.87. — $\rho=1{,}25$ kg/m³; $d=0{,}9661$; $n=5$ moli
18.88. — 2 atomi N
18.89. — *a*) $V=35$ l N_2; *b*) Nu cuprinde gaze monoatomice
18.90. — impurităţi=10,83%
18.91. — $N_2=22\%$
18.92. — $c=8$ M
18.94. — $V_1=\frac{1}{3}$ l N_2; $V_2=\frac{5}{3}$ l HCl
18.95. — $m=1045{,}9$ g $(NH_4)_2SO_4$; $c=48{,}17\%$
18.96. — $V=113{,}8$ cm³
18.98. — $V=29{,}318$ cm³ HCl; $V'=29318$ cm³ NH_3
18.99. — N_2O (neutru); NO (neutru); N_2O_3; NO_2; N_2O_5
18.100. — $\eta=83{,}3\%$
18.101. — $m\approx1{,}431$ g N_2O_4
18.102. — $m_1=8{,}625$ g $NaNO_2$; $m_2=10{,}625$ g $NaNO_3$
18.103. — $NO=66{,}6\%$; $NO_2=33{,}4\%$
18.104. — $V=560$ cm³ O_2
18.105. — *a*) Sub mercur într-un balon cu gura în sus; *b*) sub apă; *c*) într-un balon sau eprubetă cu gura în sus
18.106. — $m_1=270$ g $NaNO_3$; $m_2=311$ g H_2SO_4
18.*107.* — $V=827{,}4$ l HNO_3 64%
18.108. — $c=77{,}8\%$
18.109. — $V=56$ l
18.110. — $V=14{,}93$ l NO; $m=32$ g S

Scanned with OKEN Scanner

18.112. — Acid diluat. De 1,5 ori mai mic
18.113. — *a*) $m=3{,}149$ g; $V=2{,}35$ l; *b*) $m=29{,}527$ g $Cu(NO_3)_2$
18.114. — $\frac{3}{1}$; $m=41{,}15$ g
18.115. — $m=195{,}24$ kg $Ca(NO_3)_2$
18.116. — *a*) $N_2=20\%$; *b*) 94,3%
18.117. — $V=13{,}17$ l O_2; $\Delta m=15{,}058$ g; $\approx 22{,}4\%$ $NaNO_3$ și 77,6% $NaNO_2$
18.118. — $m=66{,}67$ g KNO_3
18.119. — $m=252{,}1$ kg cianamidă
18.120. — *a*) 287,67 kg N_2; *b*) 232,87 kg NH_3
18.121. — $V=359{,}3$ l aer
18.122. — *a*) $V=4$ l (NO și NO_2); *b*) $V=12$ l (NO_2+N_2);
c) $V=9{,}33$ l ($NO+N_2$); $m=12{,}5$ g HNO_3

b. Fosforul și compușii lui

18.124. — $m=126$ kg fosfor
18.125. — $V=172$ l aer; $m=91{,}6$ g P_2O_5
18.126. — $m=0{,}639$ g fosfor
18.127. — *a*) $V=4{,}48$ l PH_3; $V_1=8{,}96$ l O_2
18.128. — $V=3{,}52$ l aer
18.129. — $m=583{,}33$ kg H_3PO_4; $m_1=39{,}68$ kg HF
18.130. — $V=18{,}06$ l H_2
18.131. — $m=885$ kg soluție H_3PO_4
18.132. — $H_2=2{,}24\%$; $P=34{,}83\%$; $O_2=62{,}93\%$
18.133. — *a*) $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$; *b*) $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$
c) eflorescent
18.134. — $m=98$ g H_3PO_4
18.135. — $m=1864{,}5$ kg superfosfat; $m_1=972{,}7$ kg H_2SO_4
18.136. — $m=6658{,}06$ kg $CaHPO_4 \cdot 2\ H_2O$

Nemetalele grupei a IV-a principale

a. Carbonul și compușii lui

18.138. — $V=7{,}5933$ m³ aer
18.139. — $m=0{,}75$ g C; $V=1{,}4$ l CO_2
18.140. — $m_1=198{,}95$ kg C; $m_2=1061{,}05$ kg S

Scanned with OKEN Scanner

18.141. – C=10% ; $CaCO_3$=20% ; $Ca_3(PO_4)_2$=70%

18.142. – $\rho_{CO}=1{,}25\ \frac{g}{l}$; $d_{CO}=0{,}97$; $\rho_{CO_2}=1{,}97\ \frac{kg}{m^3}$;

$$d_{CO_2}=1{,}52\ ;\ m=\frac{1}{R}\frac{pV}{T}(M_{CO}+M_{CO_2})$$

18.143. – $V=89{,}6$ l ; $\rho=0{,}67\frac{kg}{m^3}$

18.144. – $m=106$ g Na_2CO_3

18.145. – $V=0{,}47$ m³ O_2

18.146. – $V=39{,}2$ m³ CO_2

18.149. – 2 M ; $V=11{,}2$ l CO_2

18.150. – $V=7{,}47$ l CO_2

18.151. – 61,3%

18.152. – *a*) $m=0{,}16$ g ; *b*) 13,9% ; *c*) 1,4 M

18.153. – 14,85% $NaHCO_3$; 85,15% $KHCO_3$

18.154. – I. Dacă gazul rămas este oxigen, avem : $O_2=10$ cm³, $CO=10$ cm³, $CO_2=10$ cm³

II. Dacă gazul rămas este CO, avem : $O_2=5$ cm³, $CO=15$ cm³, $CO_2=10$ cm³

18.155. – $V_1=2{,}24$ l CO_2 ; $V_2=4{,}48$ l CO ; *c*) $m=7{,}476$ g F_2

18.156. – $t=4400$ h = 183 zile 8 h

b. Siliciul şi compuşii lui

18.157. – $m=81{,}01$ g Mg

18.158. – $m=1{,}684$ g O_2

18.159. – $V=1{,}89$ cm³ sol HF

18.160. – $m\approx 78{,}8$ g PbO

18.161. – $m=10{,}25$ g NaOH

18.162. – $m=2$ kg SiC ; $V=2{,}240$ m³ CO

18.163. – $Na_2O.\ CaO.\ 6\ SiO_2$; $m=2217$ kg Na_2CO_3 ; 2091 kg $CaCO_3$ şi 7531 kg SiO_2

18.164. – *a*) $m_1=34{,}82$ g H_2SiO_3 ; *b*) $m_2=26{,}79$ g SiO_2

18.165. – K=14% ; Al=9,7% ; Si=30,2% ; O_2=46,05%

Scanned with OKEN Scanner

XIX. Metalele

1. Generalităţii

a. Proprietăţile fizice ale metalelor

19.2 — *a*) Na; K, Rb, Cs, *b*) W

19.4. — Litiul pluteşte la suprafaţa petrolului. Plumbul este scufundat în cea mai mare parte în Hg. Platina este scufundată complet în mercur.

19.5. — *a*) Pt; *b*) ≈1,62 ori

19.8. — *a*) Se deosebeşte foarte mult în valoare absolută;
b) caracteristica comună pentru toate metalele este scăderea conductibilităţii electrice cu creşterea temperaturii.

b. Proprietăţile chimice ale metalelor. Aliaje.

19.12. — HNO_3

19.16. — m=5,42 g $HgCl_2$

19.17. — *a*) m_1=1,085 g NaCl; m_2=3,915 g KCl;
b) m_3=0,552 g Cu trecut în soluţie

19.20. — 82% Al

19.21. — m=3,53 moli

19.22. — Al_3Mg_4

19.23. — m=61,1 g Cu

19.24. — Ag=10 g; Cu=10 g

19.25. — 1,35% Si

19.26. — 42,23% Cu; 4% Sn; 53,77% Zn

c. Obţinerea metalelor

19.28. — Impurităţi=66,4%

19.29. — V=69 m^3 SO_2

19.30. — Q=391; kcal; m= 1 527,7 g Mn

19.31. — $4\ FeS_2+11\ O_2=2\ Fe_2O_3+8\ SO_2$
a) Pirita se prăjeşte rezultînd Fe_2O_3, iar produsul principal este SO_2 folosit la sinteza H_2SO_4; *b*) m=84 g Fe; V=67,2 l SO_2. Fierul se poate obţine din oxidul feric prin reducere cu H_2, CO sau Al sau prin electroliza $Fe_2(SO_4)_3$ obţinut din oxid cu H_2SO_4.

Scanned with OKEN Scanner

2. Metalele grupei I principale

a. Sodiul și compușii lui

19.32. — *a)* m = 1150 g Na; *b)* $V = 280$ l O_2; *c)* x Na + y O_2 + z H_2O = = 1150 + 400 + 450 = 2000 g.

19.33. — $m = 9\,506{,}25$ g NaCl

19.34. — puritatea = 92% ; $c = 14{,}7\%$

19.35. — Na_4Pb ; $m = 1{,}311$ g H_2SO_4

19.36. — $V = 22{,}4$ l CO_2 ; *b)* 2 moli $NaHCO_3$

19.37. — $m_1 = 0{,}86$ g Na ; $m_2 = 0{,}3$ g O_2

19.38. — $m_1 = 109\,687$ t ; *b)* 178 560 + 1 785,6 *a* ; *c)* $m_3 = 94\,648$ t

19.39. — *a)* $m_1 = 2\,207{,}54$ tone NaCl ; *b)* $m_2 = 2\,094{,}36$ tone $CaCl_2$

19.40. — 59,35% Na_2CO_3

19.41. — *a)* $m_1 = 2\,973{,}5$ g $BaCl_2$; *c)* $= 0{,}0145 \frac{\text{moli } Na_2SO_4}{\text{l soluție}}$

19.42. — $m = 132{,}5$ g Na_2CO_3

19.43. — $V_1 = 197{,}2$ l sol. NaOH 52% ; $V_2 = 692{,}3$ l apă

19.44. — $m = 489{,}1$ g Na_2CO_3

b. Potasiul și compușii lui

19.45. — *a)* K_2O ; *b)* K_2O_2

19.46. — $m = 77{,}1$ g KOH

19.47. — *a)* $m_1 = 75{,}16$ g KOH ; *b)* $m_2 = 121{,}47$ g KClO ; *c)* $m_3 = 164{,}43$ g $KClO_3$

19.48. — *a)* $m_1 = 9{,}31$ g KCl ; $m_2 = 11{,}31$ g KClO ; *b)* 19,75 g K_2SO_3 *c)* $m_4 = 17{,}25$ g K_2CO_3 ; *d)* $m_5 = 13{,}75$ g K_2S

19.49. — 87,33% KOH

19.50. — *a)* $m_1 = 0{,}56$ KOH ; *b)* $m_2 = 1{,}38$ g K_2CO_3 ; *c)* $m_3 = 1{,}08$ g H_2O

19.51. — *a)* 10 g $KHCO_3$; 15 g $NaHCO_3$

3. Metalele grupei a II-a principale

a. Magneziul, calciul și compușii lor

19.53. — $V = 2\,167$ l CO_2

19.54. — 7,45% KCl ; 19,5% $MgCl_2$; $c = 1{,}2$ M

19.55. — $V = 913{,}3$ cm^3 soluție de HCl 35,38%

Scanned with OKEN Scanner

19.57. — Nu

19.59. — grad ardere = 94,58%

19.60. — $m = 25$ g $CaCO_3$. Dintre sărurile (minerale) de calciu comune care pot reacționa cu acidul acetic sînt: CaS și $CaCO_3$. Reacția este posibilă, deoarece acizii sulfhidric și carbonic sînt mai slabi decît acidul acetic, iar pe de altă parte acidul sulfhidric este volatil (gazos), iar carbonic se descompune imediat (există numai în soluție).

$$CaS + 2CH_3COOH \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + H_2S\uparrow$$

$$CaCO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow Ca(CH_3-COO)_2 + H_2CO_3 \begin{matrix} \nearrow CO_2\uparrow \\ \searrow H_2O \end{matrix}$$

19.61. — Soluția de HCl

19.62. — puritatea = 95,536%.

19.63. — 1,12% în volume

19.64. — *a)* $V_1 = 47{,}216$ cm³ CO_2; *b)* $V_2 = 94{,}432$ N cm³ CO_2.

b. Duritatea apei

19.67. — 5,3 grade

19.68. — 3,44 grade

19.69. — 7,7 grade

19.70. — 8,4 grade

19.71. — 25,5 grade

19.72. — 9,66 grade

4. Metalele grupei a III-a principale
Aluminiul și compușii lui

19.75. — $V = 2{,}688$ l H_2S

19.76. — $m = 9$ g Al

19.77. — $m = 4{,}28$ g Al

19.78. — $m = 4{,}9$ g $Al(OH)_3$

19.79. — $m_1 = 367{,}08$ g K_2SO_4; $m_2 = 911{,}39$ g H_2O

5. Metalele grupei a IV-a principale
Staniul, plumbul și compușii lor

19.81. — $E_{Sn} = 59{,}35$

19.82. — $V = 2\,530$ cm³ soluție NaOH $\frac{M}{2}$

19.83. — *a)* m_1=2 828,56 kg Sn ; *b)* m_2=701,62 kg Pb şi m_3=240,75 kg SO
19.84. — *a)* V=484,68 cm³ H_2 ; *b)* hexahidroxostanatul de potasiu cu formula $K_2[Sn(OH)_6]$ şi tetrahidroxoplumbit de potasiu cu formula $K_2[Pb(OH)_4]$
19.85. — *a)* Nu este peroxid ; *b)* Ca_2PbO_4 ; *c)* nemetal
19.86. — V=21,6 l NO_2
19.87. — *a)* 80% NO_2, 20% O_2 ; *b)* V=1 600 cm³ soluţie $\frac{M}{4}$ NaOH
19.88. — *a)* m_1=26,08 g Pb $(NO_3)_2$; *b)* m_2=13,236 g HNO_3 în soluţie diluată

6. Metalele grupei a VIII-a secundare. Subgrupa fierului

a. Fierul şi compuşii lui

19.89. — *a)* 46,67% Fe ; *b)* 72,4% Fe ; *c)* 48,27% Fe.
18.90. — *a)* V=4 l H_2 ; *b)* m=49,8 g $FeSO_4$
18.91. — V=7,32 l H_2
19.92. — *a)* m_1=1,59 g rugină [FeO(OH)] ; *b)* m_2=1,428 g Fe_2O_3 ; *c)* m_3=1,38 g Fe_3O_4
19.94. — V=27,7 cm³ soluţie NaOH
19.95. — m=4,56 $FeSO_4$
19.96. — c=0,54%
19.97. — m=92 g As
19.98. — V=747,6 cm³ Cl_2
19.99. — *a)* m_1=29,554 g $Fe(OH)_2$; *b)* m_2=2,9554 g H_2O

b. Nichelul, cobaltul şi compuşii lor

19.100. — *a)* 28,2% Co în $CoAs_2$; *b)* 35,54 Co în CoAs S
19.101. — m=47,8 g $Co(OH)_3$
19.102. — $NiAl_3$
19.103. — t=1 h 37 min 35 s

7. Metalele grupei I secundare

Cuprul, argintul, aurul şi compuşii lor

19.104. — m_{max}=40 $\frac{\text{kg Cu}}{\text{tonă minereu}}$

19.105. — $m=521{,}9$ g Cu; $V=130$ l CO_2 (în condiții normale)
19.106. — *a)* 7,76%; *b)* $M=0{,}61$
19.107 — $V=6{,}04$ l NO
19.108. — $m=11{,}8$ g AuCl
19.110. — 1 : 15
19.111. — Ag=10%
19.112. — $Q=1\,419$ C; $m=4{,}24$ g $K[Au(CN)_2]$
19.113. — $m=15{,}749$ kg Ag
19.114. — $S=3\,454{,}23$ cm²; $n=\frac{N}{M}\approx 3{,}056\cdot 10^{21}$
19.115. — *a)* $V=3{,}527$ l SO_2; *b)* $m=39{,}29$ g $CuSO_4\cdot 5H_2O$
19.116. — *a)* $m=8$ g CuO; *b)* 1 M
19.117. — *a)* Titru=84%; *b)* $m=0{,}5875$ g $Cu(NO_3)_2$

8. Metalele grupei a II-a secundare

a. Zincul și compușii lui

19.118. — $m=235$ kg Zn; $V=80{,}5$ m^3SO_2
19.119. — $d=30$ μ; *b)* $\frac{Fe}{Zn}=5{,}5$
19.120. — $V=6{,}568$ l H_2S
19.121. — *a)* $m_1=11\,498{,}1$ kg Zn; $m_2=17\,306$ kg H_2SO_4; *b)* Nu; *c)* din apă prin electroliză
19.122. — *a)* $V=1\,379{,}5$ m^3 aer; *b)* $V=614{,}9$ l soluție H_2SO_4
19.123. — $V=5{,}6$ l H_2

b. Mercurul și compușii lui

19.124. — *a)* $m=431{,}22$ kg Hg; *b)* $V=48{,}14$ m^3 $SO_2\Rightarrow 137{,}5$ kg SO_2
19.125. — $V=8{,}247$ l Cl_2; $m=173{,}85$ g Hg_2Cl_2; $m=73{,}5$ g Hg
19.126. — $m=162{,}3$ g $Hg(NO_3)_2$; $V=56$ l (NO_2+O_2)
19.127. — $m=1{,}13$ kg $HgCl_2$; $m=322$ kg apă

9. Metalele grupei a VI-a secundare

Cromul și compușii lui

19.131. — $m=9{,}59$ g Cr_2O_3

a) $CrCl_3+3NH_4OH=Cr(OH)_3\downarrow+3NH_4Cl$

$2Cr(OH)_3 \xrightarrow{\text{încălzire}} Cr_2O_3+3H_2O$

b) $Cr_2O_3+3C+3Cl_2 \xrightarrow{\text{incandescență}} 2CrCl_3+3Cr$

Scanned with OKEN Scanner

10. Metalele grupei a VII-a secundare

Manganul şi compuşii lui

19.132. — $m=166{,}5$ kg Mn ; $V=13{,}96$ m^3O_2

19.133 — $m=1{,}4357$ g Mn

19.134. — $V=7{,}09$ l CO_2

XX. Radioactivitatea

20.4. — $t=2\,275{,}2$ ani ; $\lambda=439\cdot10^{-6}$ ani

20.5. — Grupa a VI-a ; *a)* A=206 ; *b)* valenţa =4 ; *c)* 4 ; *d)* RO_2 ; *e)* RH_4.

20.8. — $V=0{,}209$ cm^3 He

20.9. — 98,9% ^{12}C şi 1,1% ^{13}C

20.11. — Masa atomică=16,0044

20.13. — Masa atomică=20,197

20.14. — 12 molecule diferite

20.17. — $W=185{,}6$ MeV ; $m=2\,092{,}18$ kg

20.18. — $Q=1{,}6\cdot10^8$ kcal

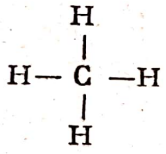
20.19. — $m=2{,}3\cdot10^{-9}$ g

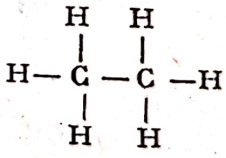
20.20. — $m=1\,770$ kg petrol

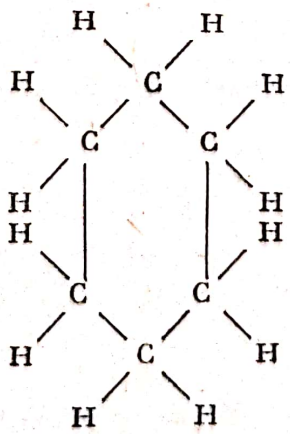
XXI. Formulele compuşilor organici

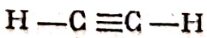
21.6. — Formule moleculare : CH_4 ; C_2H_6 ; C_6H_{12} ; C_2H_2

Formule de structură :









21.8. — 6 substanțe ; sînt izomere (*a*) cu (*c*) și (*d*) cu (*e*), (*f*), (*g*), și (*h*).
21.10. — CH_4
21.11. — CH_4N_2O
21.12. — $C_6H_{12}O_6$
21.13. — C_2H_6S
21.14. — $C_6H_6O_2$
21.15. — C_2H_2
21.16. — $C_2O_4H_2$
21.17. — *a)* $C_{10}H_{14}N_2$; *b)* 10 litri
21.18. — C_2H_6O
21.19. — $C_4H_{10}O$
21.20. — CH_2Cl_2
21.21. — *a)* H = 7,692% ; C = 39,56% ; O = 52,747% ; *b)* $C_6H_{14}O_6$

XXII. Hidrocarburi saturate

22.1. — C_3H_8 ; C_5H_{12} ; $C_{10}H_{22}$; C_8H_{18} ; C_7H_{16}.

22.2. — $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-(CH_2)_n-CH_3$

22.3. — *a)* 3 izomeri : *b)* 5 izomeri ; izomerii pentanului au următoarele formule de structură :

1) $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$; 2) $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$

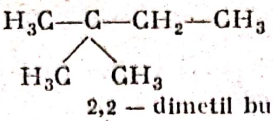
3) $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$

22.4. — I : $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
hexan normal

II : $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$
2 — metil pentan

III : $H_3C-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$
3 — metil pentan

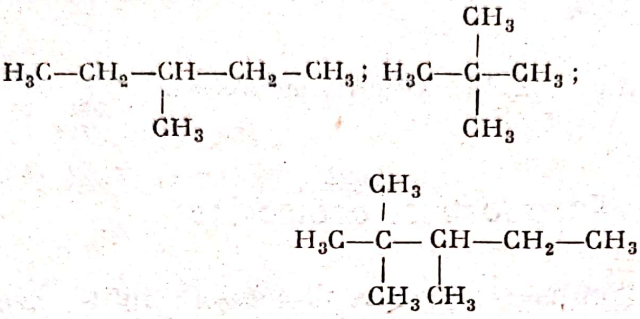
IV : $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$
2,3 — dimetil butan

V : 

2,2 – dimetil butan

Temperaturile cele mai coborîte de topire le are 2,2 –dimetil butanul.

22.5. – *a)* 2,3 –dimetil pentan ; *b)* 2,2,3 –trimetil butan
c) 2 –metil, 2 –etil butan

22.6. – 

22.7. – 2,4 –dimetil, 3 –etil, 5 –izopropil heptan.
22.8. – $\rho = 4{,}12$ pentru derivatul $CHCl_3$
22.9. – *a)* 2,14 g ; *b)* 3,66 g ; *c)* 12,93 g.
22.10. – $\approx$60 litri
22.11. – 35,5 atm
22.12. – 7 cm^3
22.13 – *a)* 1,95 kg Al_4C_3 ; *b)* 0,4875 kg negru de fum ; *c)* 9100 l aer și 910 CO_2
22.14. – de 2 ori
22.15. – În gazometrul *A* : 50% metan și 50% etan ; În gazometrul *B* 75% metan și 25% etan
22.16. – 5 cm^3 H_2 ; 10 cm^3 CH_4 și 5 cm^3 CO
22.17. – $\approx$1 atm
22.18. – *a)* 99,25 cm^3 aer ; *b)* 10 cm^3 CO_2 ; *c)* $\approx$0,76 g apă

XXIII. Hidrocarburi nesaturate

23.1. – $M = 28$; $\rho = 1{,}25$ g/l ; $d_H = 14$; C=85,7% și H=14,3%
23.2. – 0,7 g
23.3. – 252,72 cm^3
23.4. – 23,4% alcool
23.5. – 307,9 g
23.6. – *a)* 411,6 m^3 ; 202,08 m^3

23.7. — 80% CaC_2 ; 300 g C
23.8. — 175 cm^3 CH_4 ; 125 cm^3 C_2H_4 și 50 cm^3 C_2H_2
23.9. — *a*) 65,5 g $C_2H_2Br_4$ și 17,04 g acid oxalic
b) 90,9 g acetilură de argint
23.10. — 1 361,3 cm^3
23.11. — *a*) 675 m^3 aer ; *b*) 57 cm^3 CO_2
23.12. — 40 g CaC_2 ; 60 g Al_4C_3
23.13. — 13,6 litri
23.14. — *a*) 1 234,7 kg Al_4C_3 ; *b*) $\approx$142 cilindri cu oxigen .

XXIV. Hidrocarburi aromatice

24. 1. — metil-benzen ; propil-benzen ; izopropil-benzen ; butil-benzen
Formula generală : C_nH_{2n-6}
24.2. — Naftalină
24.3. — $\approx$1,14 kg naftalină ; 0,2 m^3 hidrogen
24.4. — 2 014,6 g
24.5. — 75% ; 474 cm^3 HBr
24.6. — 198 g tetralină ; 207 g decalină
24.7. — 21,4 g mezitilen și $\approx$14 g benzen
24.8. — 2,4 kg naftalină ; 0,4 kg antracen
24.9. — *a*) 140 litri aer ; *b*) 10,5 g acid azotic
24.10. — 4% benzen și 1,33% toulen
24.11. — $\approx 57 \cdot 10^2$ kWh
24.12. — 2 035 g hidrogen
24.13. — *a*) 180 m^3 metan ; *b*) 1 522,5 m^3 aer
24.14. — 27 075 kcal/m^3 N pentru aragaz și 26 664 kcal/m^3 N pentru pebegaz

XXV. Derivați halogenați

25.1. — *a*) m=1 578,1 kg CH_3Cl ; *b*) m=1 140,62 kg HCl ;
c) $\rho \approx 2{,}250 \frac{kg}{m^3}$; $d \approx 1{,}74$
25.2. — m=149,147 g $CHCl_3$
25.3. — *a*) V=358,4 m^3 acetilenă ; *b*) V=358,4 m^3 HCl
25.4. — m=2 619 g $C_6H_6Cl_6$; *b*) V=267,3 m^3 C_6H_6
25.5. — *a*) m=3 616,07 g HBr ; *b*) m=8 333,33 g soluție KOH ;

Scanned with OKEN Scanner

c) = 47,6%

25.6. — m = 129,89 g $CHCl_3$; *b*) m = 428,2 g CHI_3 ; $m' \approx 1\,113$ g I_2

XXVI. Alcooli, fenoli și eteri

26.2 — *a*) De la n-butan rezultă : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$;
butanol (alcool primar)

$CH_3-\underset{\underset{\text{OH}}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$
2 — butanol
(alcool secundar)

b) De la izobutan rezultă :

$CH_3-\underset{\underset{\text{CH}_3}{|}}{CH}-CH_2-OH$
2 — metil-propanol
(alcool primar)

$CH_3-\underset{\underset{\text{OH}}{|}}{\overset{\overset{\text{CH}_3}{|}}{C}}-CH_3$
2 — metil— 2— propanol
(alcool terțiar)

c) $CH_3-\overset{\overset{\text{H}}{|}}{C}=O + C_2H_5MgBr \rightarrow CH_3-\underset{\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{|}}{\overset{\overset{\text{H}}{|}}{C}}-OMgBr + H-OH \rightarrow$

$CH_3-\underset{\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{|}}{\overset{\overset{\text{H}}{|}}{C}}-OH + MgBr(OH)$
2— butanol

26.3. — *a*) M = 60 ; b) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$; $CH_3-\underset{\underset{\text{OH}}{|}}{CH}-CH_3$
propanol 2 — propanol
(izopropanol)

$CH_3-O-CH_2-CH_3$
metanoxi-etan
(eter mixt)

26.4. — *a*) V = 450 l ; *b*) $m \approx 602{,}68$ g CH_3-OH

26.5. — *a*) V = 560 l CO ; *b*) m = 575 g Na ; V = 280 l O_2

26.6. — *a*) m = 1 745,54 kg C_2H_5-OH ; *b*) $m \approx 2\,352{,}7$ kg glicol

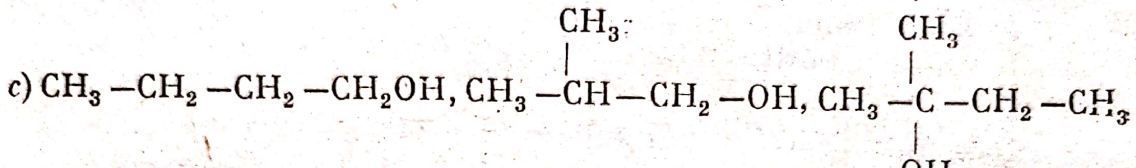
26.7. — *a*) V = 769,39 l CO_2 ; *b*) V = 8 655,6 l aer ; *c*) Q = 5 688 kcal

26.8. — *a*) m = 4,6 g C_2H_5OH ; *b*) V = 1,12 l C_2H_4 și *c*) m = 1,85 g $C_2H_5-O-C_2H_5$

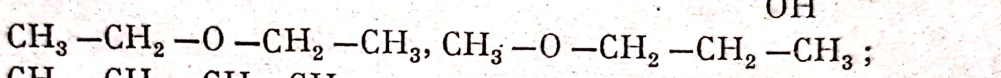
26. 9. — *a*) 16,66% ; *b*) V = 4,87 l H_2 ; *c*) 0,435 moli H_2O.

26.10. — *a*) 16 740,5 l C_2H_5-OH ; *b*) m = 8 050 kg C_2H_4 ; *c*) prin reducerea parțială a acetilenei

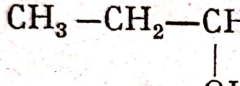
26.11. — $m \approx 28$ kg $CuSO_4$; după îndepărtarea apei de cristalizare
26.12. — *a*) $m = 12{,}4$ kg ; *b*) $m = 38$ g ; *c*) $t = -49°C$
26.13. — *a*) $V = 5\,339{,}28$ l glicerină ; *b*) $V = 1{,}68$ l H_2 ;
c) $m \approx 0{,}608$ g $CH_2 = CH - CHO$
26.14. — *a*) $V = 0{,}92$ l ; *b*) 1,955 kg H_2SO_4 ; $m = 1{,}149$ kg KOH
26.15. — *a*) $m = 899$ kg soluție HCl 35% ; *b*) $V = 96{,}55$ m³ CO_2
26.16. — *a*) $m = 536$ g $C_2H_5 - O - C_2H_5$; *b*) 87,87%
26.17. — *a*) $p = 9{,}383$ atm ; *b*) $p = 8{,}481$ atm
26.18. — *a*) $m = 105{,}17$ g fenetol ; *b*) $m = 134{,}48$ g C_2H_5I
26.19. — *a*) C = 64,9% ; H = 13,5% ; O = 21,6% ; *b*) $m = 74$;



c) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2OH$, $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - OH$, $CH_3 - C(CH_3)(OH) - CH_2 - CH_3$



$CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$, $CH_3 - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$;



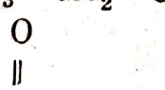
$CH_3 - CH_2 - CH(OH) - CH_3$

d) $CH_3 - CH_2 - CH(OH) - CH_3$

26.20. — *a*) $m = 32$ g $CH_3 - OH$; $m_1 = 15{,}33$ g $C_2H_5 - OH$; *b*) $m = 73{,}33$ g
26.21. — C_2H_4 ; $V = 2{,}8$ l

XXVII. Aldehide și cetone

27.2. — *a*) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$ și $CH_3 - CH(OH) - CH_3 \Rightarrow CH_3 - CH_2 - CHO$



și $CH_3 - C(=O) - CH_3$; *b*) $\Rightarrow CH_3 - CH_2 - COOH$ și $CH_3 - COOH$, $H - COOH$
27.3. — Aldehida benzoică
27.4. — $CH_3 - CHO$
27.5. — $m = 29$ g acetonă ; $m_1 = 21$ g alcool etilic
26.6. — $m = 13{,}6$ g $C_6H_5 - CHO$
27.7. — *a*) Prin încălzirea precipitatului cristalin de aldehidă amoniac cu acid sulfuric ; *b*) $m = 11{,}324$ g ; *c*) $V = 5{,}765$ N l NH_3
27.8. — *a*) $m_1 = 1{,}041$ kg $(CH_2)_6N_4$; $m_2 = 0{,}5058$ kg NH_3 ;
b) $c = 51{,}428\%$, N = 40%, H = 8,57%

Scanned with OKEN Scanner

27. 9. — $m=1{,}93$ g CH_3-OH
27.10. — *a*) $m=24{,}26$ g $CH_3CH(OH)Cl$; *b*) 26,52%
27.11. — *a*) compus bisulfitic ; *b*) 10,82%
27.12. — *a*) $V=528$ cm³ CH_3OH ; *b*) $m=1\,293{,}8$ g $K_2Cr_2O_7$
27.13. — $\eta=50{,}5\%$
27.14. — *a*) $m=5{,}1785$ g acetonă ; *b*) $\eta=82{,}9\%$

XXVIII. Acizi organici

28.1. — *a*) $m=411{,}76$ kg ; *b*) $m=3\,151{,}9$ l soluție H_2SO_4 20% ;
c) $V=563{,}75$ l $H-COOH$
28.2. — *a*) $m=103{,}04$ g CH_3-COOH ; *b*) $m=336{,}6$ g $K_2Cr_2O_7$
28.3. — *a*) $V=2$ l CO_2 ; *b*) $m=8{,}92$ g $CaCO_3$
28.4. — 10%
28.5. — $m=113{,}4$ g soluție ; *b*) acizii nonanoic și acelaic.
28.6. — *a*) $m=25{,}6$ g acid palmitic ; $m=28{,}4$ g acid stearic ;
b) $m=186{,}67$ g apă
28.7. — *a*) $m=1\,511{,}11$ kg $H-COONa$;

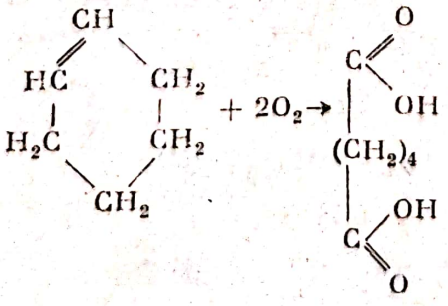
b) $CO+NaOH \xrightarrow[15\text{ atm}]{200^\circ C} H-COONa$

$$2H-COONa \xrightarrow[\text{încălzire rapidă}]{420^\circ C} H_2 + \begin{matrix}COONa\\|\\COONa\end{matrix}$$

$$\begin{matrix}COONa\\|\\COONa\end{matrix} + Ca(OH)_2 \rightarrow \left[\begin{matrix}COO\\|\\COO\end{matrix}\right]^{2-} Ca^{2+} + 2NaOH$$

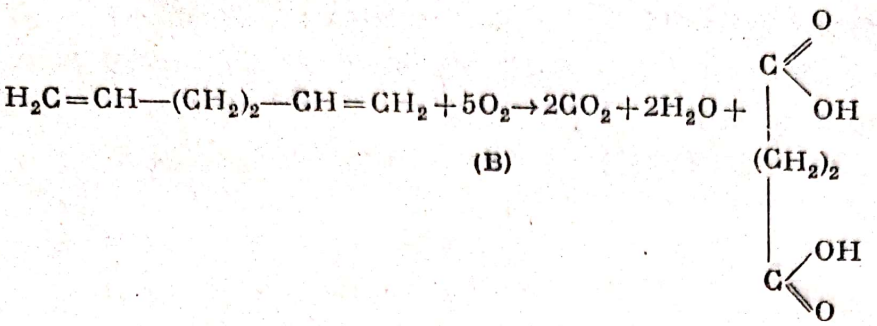
$$\left[\begin{matrix}COO\\|\\COO\end{matrix}\right]^{2-} Ca^{2+} + H_2SO_4 \rightarrow \begin{matrix}COOH\\|\\COOH\end{matrix} + CaSO_4$$

c) $m=0{,}225$ g $C_2H_4O_2$
28.8. — $\approx 43{,}5\%$ C_6H_5-OH și 56,5% C_6H_5-COOH
28.9. — *a*) A este ciclohexena ; B este hexadiena



(A)

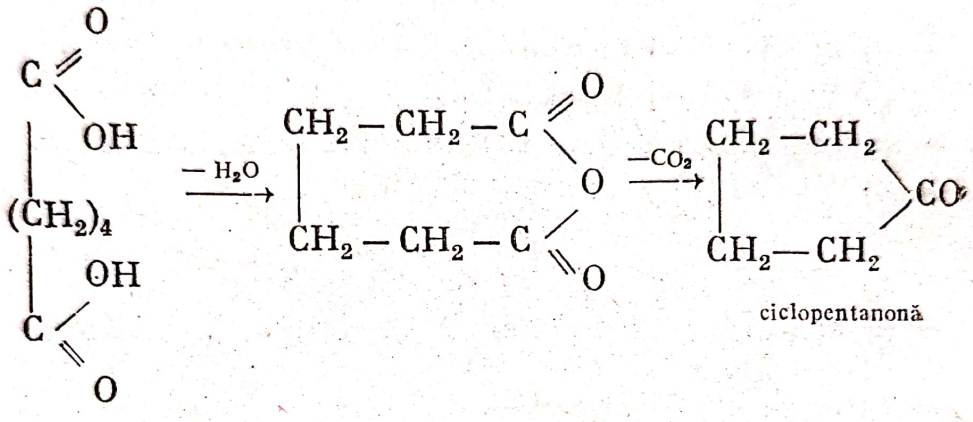
(C) acid adipic



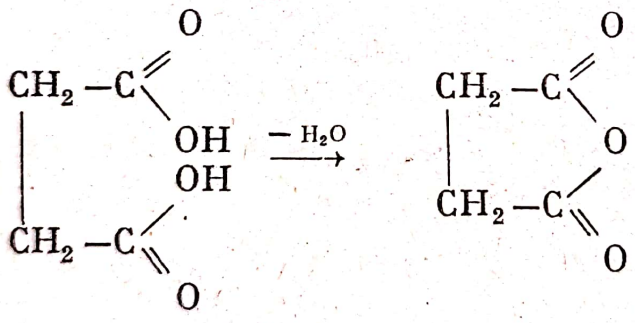
(B) (D) acid succinic

b) $m_1 = 1\,062$ g acid succinic, $m_2 = 1\,314$ g acid adipic;

c)

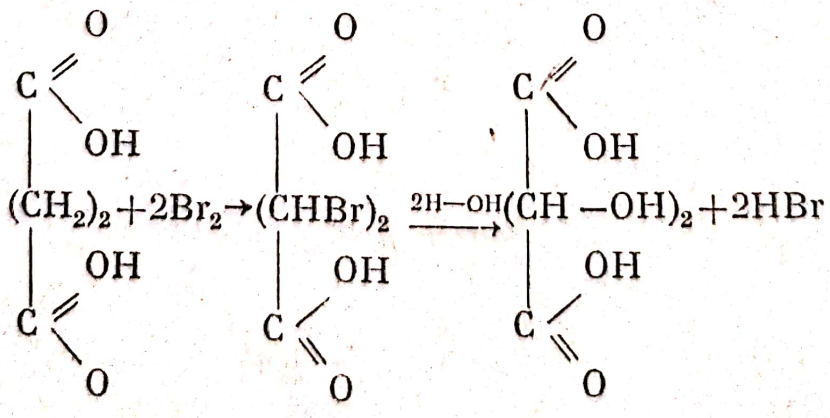


ciclopentanonă



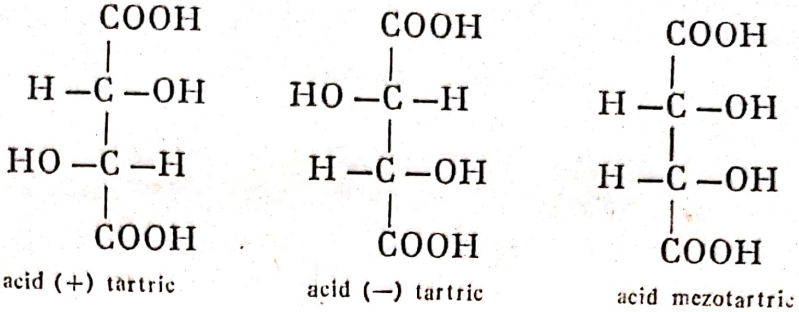
anhidridă succinică

d)



(E) acid tartric

Izomerii optici sînt:



XXIX. Esteri și grăsimi

29.4. — $m=149{,}60$ g acetat de etil
29.5. — *a*) $m=1194{,}4$ kg ester; *b*) 444,4 kg alcool
29.6. — *a*) $\eta=87{,}9\%$; *b*) $m=20{,}21$ g alcool
29.9. — $m=66{,}5$ t grăsime
29.10. — *a*) $V=136{,}832$ Nm³; *b*) $m=1\ 131{,}22$ moli
29.11. — $m=1\ 032{,}58$ g săpun; *b*) $m=107{,}13$ g glicerină; *c*) $m=139{,}74$ g NaOH
29.12. — $\frac{V\ \text{final}}{V\ \text{inițial}}=14\ 340$.

XXX. Zaharide

30.2. — $m=840$ g CH_3-COOH
30.3. — $m=11{,}67$ g hexan-tetroldioic
30.4. — *a*) $m=10{,}21$ g C_2H_5-OH; *b*) puritatea $=88{,}88\%$
30.5. — $m=50$ t soluție 34%
30.6. — *a*) $m=608$ t; *b*) $\Delta\eta=11{,}11\%$
30.7. — *a*) $m=338{,}4$ g; *b*) $V=40{,}32$ l CO_2; *c*) $CaCO_3$ trece în $Ca(HCO_3)_2$ solubil
30.8. — $V=32{,}59$ l aer
30.9. — *a*) 15,33% alcool; *b*) $m=853{,}4$ g
30.10. — $m\approx 2{,}319$ g O_2

XXXI. Compuși organici cu azot

31.1. — *a*) $m=1\ 021{,}82$ kg $C_6H_5-NO_2$; *b*) $m=581{,}53$ kg HNO_3
31.2. — *a*) $m=18{,}32$ g; *b*) $m=31{,}36$ g; *c*) $V=33{,}6$ N cm³ N_2
31.3. — $V=63{,}90$ l aer

31.4. — *a)* $m=83,87$ g C_6H_6; *b)* $m=67,74$ g HNO_3; $m=180,6$ g Fe

31.5. — Se agită amestecul în soluție de acid clorhidric 20% și se consumă 23,55 g soluție. Benzenul este insolubil și se ridică la suprafață ($\rho=0,9$ g/cm³), separîndu-se prin decantare.

31.6. — *a)* $m=3,3486$ g HCl; *b)* $m\approx 7,338$ g NaOH

31.7. — *a)* $m=1,0645$ g $C_6H_2NH_2Br_3$; *b)* $c=3,09\%$

31.8. — *a)* $V=\approx 1;866$ m³ NH_3; *b)* $m=4,916$ kg CH_3-CONH_2

31.9. — *a)* $CO_2+2NH_3 \xrightarrow[350\text{ at.}]{130^\circ C} O=C<^{NH_2}_{NH_2}+H_2O$;

b) $V'=497,776$ m³ CO_2 și $V''=995,552$ m³ NH_3

31.10. — $m=86,58$ g P_2O_5

31.11. — *a)* $V'=138,26$ m³ CH_4; $V''=138,26$ m³ NH_3 (la condiții normale)

31.12. — *a)* $m=126$ g $ClCH_2-COOH$; *b)* 22,28 g NH_3

XXXII. Materii colorante organice

32.1. — *a)* $m=733,33$ kg antracen; *b)* $m=833,33$ kg CrO_3; *c)* $m=333,33$ kg NaOH.

32.2. — $m\approx 0,782$ kg anilină

32.3. — *a)* Are două grupe cromofore $C=O$ și două grupe auxocrome $-OH$;

b) Nu are grupe auxocrome; *c)* Un efect batocrom (de închidere a culorii).

32.4. — *a)* C=73,28%, O=12,21%; N=10,68%; H=3,83%; grupe cromofore sînt: $C=O$ și $C=C$; iar grupe auxocrome: NH; *b)* Trecerea de la indigo la alb se face prin reducere, rezultînd dihidro-indigo, iar efectul este hipsocrom.

XXXIII. Probleme diverse

33.5. — $m_1=0,428$ moli de Na (atomic); *b)* $m_2=22,7$ g Na_2CO_3

33.6. — *a)* $m_1=1,435$ g AgCl; *b)* $m_2=17$ g $AgNO_3$; *c)* $=0,224$ l HCl

33.7. — $m_1=0,7022$ g NaCl; $m_2=0,6201$ g Na_2CO_3; $m_3=0,8155$ g H_2O

33.8. — $\frac{1}{5}MKMnO_4=31,6$ g/l și $T=0,0316$ g/cm³

33.9. — *a)* $m=4\,000$ kg FeS_2; *b)* $V=4\,000$ l suspensie; *c)* $m'=8\,000$ moli $Ca(HSO_3)_2$; *d)* $m''=1\,176$ kg H_2SO_4

Scanned with OKEN Scanner

33.10. — *a)* $V_1=1\ 120$ l; $V_2=3\ 360$ l; *b)* $V=21\ 333$ l aer; *c)* 10,5 kg sol HNO_3 60%; *d)* $M=13{,}06$

33.11. — *a)* $m=6{,}516$ t cianamidă; *b)* $m\approx 2{,}631$ t NH_3; *c)* $n\approx 1\ 110$ cilindri

33.12. — impurități = 3,33%

33.13. — $m_1=1{,}256$ g Na_2SO_3; *b)* $m_2=0{,}787$ g $Na_2S_2O_3$; *c)* $\frac{V}{2}$ iod

33.14. — *a)* $V_0=26{,}76$ l H_2; *b)* $m=2{,}05$ g Zn; *c)* $m=40$ g Fe_2O_3 și 20 g Al_2O_3; *d)* $V=9{,}96$ l H_2 rămas

33.15. — Reacțiile ce au loc sînt:

$Fe+H_2SO_4=FeSO_4+H_2$

$H_2O+Cl_2=HCl+HClO$

$HClO=HCl+O$

$2\ FeSO_4+O+H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+H_2O$

$2\ Fe^{2+}+O+2\ H_3O^+\rightarrow 2\ Fe^{3+}+3\ H_2O$

$2\ KMnO_4+10\ FeSO_4+8\ H_2SO_4=5\ Fe_2(SO_4)_3+2\ MnSO_4+K_2SO_4+7+5\ H_2O$

Se mai adaugă 0,4 l Cl_2 deci în total 1,4 Nl

33.16. — Duritatea = 5,65 grade

33.17. — *Indicație.* Ținînd seama de reacțiile care au loc și notînd cu x volumul de H_2, cu y volumul de CO și cu z volumul de CH_4, se formează sistemul:

$$\begin{cases} x+y+z=110 \\ y+x=70 \\ \frac{x}{2}+\frac{y}{2}+2z=70 \end{cases}$$

$H_2=36{,}36\%$; $CO=54{,}54\%$; $CH_4=9{,}5\%$

33.18. — *a)* $V\approx 44$ cm³ soluție; *b)* $V=14{,}78$ cm³ sol. HCl

33.20. — *a)* $m_1=380$ kg $CaCN_2$; $m_2=779$ kg $Ca(NO_3)_2$; *b)* $m_{CaC_2}=254{,}6$ kg $V=97{,}76$ m³ C_2H_2; *c)* $m_3=111{,}15$ kg C_6H_6 și $m_4=187$ kg policlorură de vinil.

33.21. — *a)* $V=4\ 761$ l apă; *b)* $c=1{,}68\cdot 10^{-4}\%$; $c=2{,}8\cdot 10^{-5}\ \frac{\text{moli}}{\text{l}}$

c) $1{,}4\cdot 10^{-5}$ moli $(H_3O)^+$; *d)* $m=917$ μg Zn

33.22. — $m=1\ 446{,}32$ kg CaC_2; *b)* $m=\approx 661{,}02$ kg NaCl

33.23. — *a)* $m=10{,}86\cdot 10^{-23}$ g; *b)* $V=3{,}71$ m³; *c)* $m=0{,}016434$ u.

33.24. — *a)* $m=393{,}30$ kg C_6H_5-OH; *b)* $m=790{,}78$ kg HNO_3;

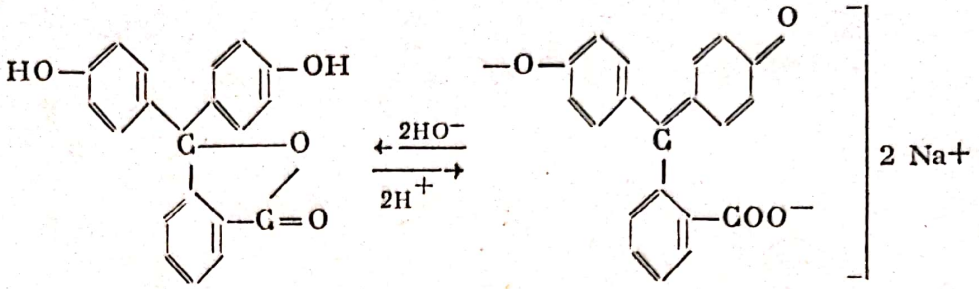
c) $m=833{,}62$ kg $C_6H_2(CH_3)(NO_2)_3$

33.25. — *a)* $c\approx 24\%$; *b)* $V=415{,}4$ l

33.26. — *a)* $m=2{,}32$ g Zn; *b)* $m=714{,}26$ g $ZnSO_4$; *c)* $m=3{,}49$ g H_2SO_4; *d)* $t=3\ 444{,}4$ s

33.27. — *a)* $m_1=625$ kg fenol și $m=739$ kg anhidridă ftalică;

b) Schimbarea culorii se datorește schimbării structurii, trecînd de la forma lactoidă incoloră, la forma chinoidă colorată :



Formă lactoidă (incoloră) — Formă chinoidă (roșie violetă)

Culoarea închisă și intensă se datorește prezenței grupei $\diagdown\!\!\diagup C=O$ și a grupei $-O^-$ (ion), la marginile unui sistem compus din grupe $-C=C-$ conjugate ; *c*) $m \approx 0{,}1179$ mg fenoftaleină

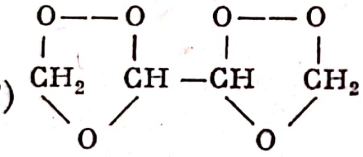
33.28. — *a*) C=5%, S=0,5% ; *b*) $m=0{,}9683$ g KOH

33.29. — H_2SO_4=79,5%, SO_3=19%, SO_2=1,5%

33.30. — *1*) $C_4H_6 \leftrightarrows CH_2=CH-CH=CH_2$ (1,3 –butadienă)

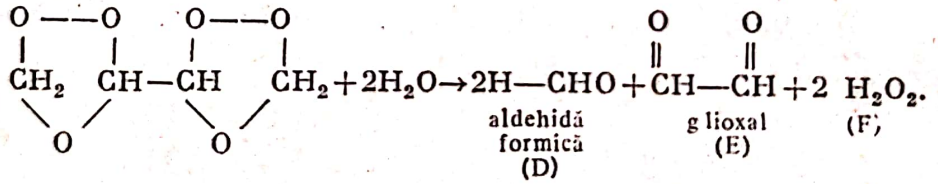
2) $ClCH_2-CH=CH-CH_2Cl$ (1,4 – diclorbutenă) ; $V=56$ l Cl_2

3)



(diozonidă)

4)



5) $m=60$ kg substanță D și 150 kg soluție 40% (formol)

33.31. — $m_1=18{,}25$ g HCl, $m_2=6{,}3$ g HNO_3, $m_3=9{,}8$ g H_2SO_4

33.32. — $HgNa_3$; *b*) $c \approx 5{,}8\%$; $c \approx 1{,}45$ M ; *c*) $V=3{,}792$ l

33.33. — *a*) $V=32\,853{,}3$ m³ aer ; *b*) $m=5\,688$ kg fontă ; *c*) $m=21549{,}8$ kg $Ca(HSO_3)_2$

33.34. — *a*) $c=13{,}33\%$; *b*) molaritatea=0,4 M, normalitatea = 2,4 N ; *c*) $m=0{,}1744$ g $BaCl_2$; *d*) $n=20{,}46 \cdot 10^{22}$ molecule și ioni

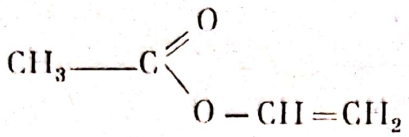
33.35. — *a*) CH_4=66,67% și C_2H_6=33,33% ; *b*) $m=0{,}106$ g Na_2CO_3

c) CO_2 să fie în exces față de soluția de bază alcalină,

d) $V_1=182$ m³ C_2H_2 ; $V_2=113{,}75$ m³ C_4H_{10}

Scanned with OKEN Scanner

33.36. — *a)* $CH_4 = 11{,}11\%$, $C_2H_2 = 13{,}33\%$; $H_2 = 75{,}56\%$ și $m = \frac{6}{35} V$ kgC (negru de fum); *b)* $m = \frac{9}{14} V$ kg $CH_3 - COOH$, rezultînd



33.37. — *a)* $\eta = 92\%$; *b)* $m = 3\,723$ kg H_2SO_4; *c)* $m = 1\,967$ kg ($CH_3 - CH_2OH$ și $CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - CH_3$)

33.38. — *1) a)* $m_1 = 16$ kg CH_3OH și $m_2 = 23$ kg $C_2H_5 - OH$;
b) 41% CH_3OH și 59% $C_2H_5 - OH$
2) a) 0,5 kmoli CO; 14 kg CO; 11,2 m^3 CO
b) 1 kmol H_2, 2 kg H_2, 22,4 m^3H_2
3) $V = 23{,}5$ m^3 gaz metan 95%
4) $V = 252$ m^3 aer
5) $CO_2 = 37{,}50\%$, H_2O (vapori) $= 62{,}5\%$
6) $V_1 = 320{,}1$ dm^3; $m = 600$ kg soluție KOH 14%

33.39. — *1) a)* 84 kg $CO \Leftrightarrow 3$ kmoli $CO \rightarrow 67{,}2$ Nm^3CO
b) 264 kg $CO_2 \Leftrightarrow 6$ kmoli $CO_2 \rightarrow 134{,}4$ N m^3 CO_2
c) 588 kg $N_2 \Leftrightarrow 21$ kmoli $N_2 \rightarrow 470{,}4$ m^3N_2
2) a) În volume: 10% CO, 20% CO_2, 70% N_2;
b) În procente de masă: 8,97% CO, 28,2% CO_2, 62,8% N_2
3) $M = 31{,}2$; $\rho = 1{,}4$ kg/m^3; $d = 1{,}07$
4) $V = 336$ m^3 NH_3
5) $m \approx 3\,000$ kg soluție NaOH 16%

33.40. — *a)* C = 88,23%, H = 11,77%; *b)* $C_{10}H_{16}$
c) $C_{10}H_{16} + 8\,Cl_2 = 10\,C + 16\,HCl$

33.41. — *a)* C_2H_2; *b)* $V = 1\,912$ Nm^3; *c)* $\eta = 90\%$

33.42. — *a)* $m_{HNO_3} \in$ [4 941,13 kg, 7411,7 kg]
b) $m = 5\,882{,}3$ kg glucoză; *c)* $m_1 = 1{,}16$ g Ag_2O,
$V_1 = 0{,}224 \cdot 10^{-3}$ Nm^3 (normal) NO_2, $V_2 = 0{,}056 \cdot 10^{-3} Nm^3$ O_2.

Coli de tipar : 18,250
Planșe 1
Tiraj : 60500+120 broșat.
Apărut 1973

I. P. „Oltenia“ Craiova
Str. Mihai Viteazul nr. 4
Republica Socialistă România
Comanda 414/6683

Scanned with OKEN Scanner

33. 37

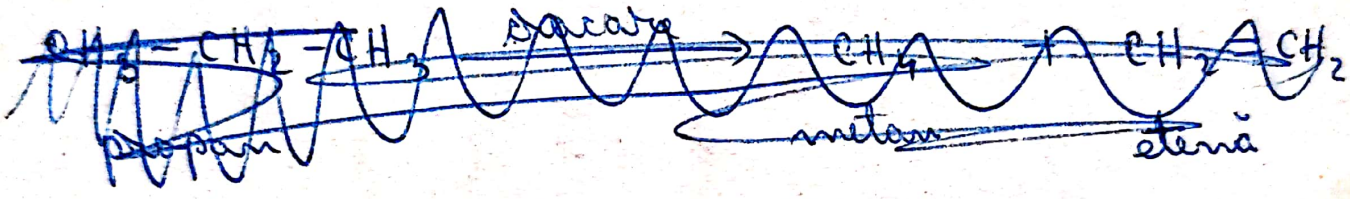
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{\text{cracare}} CH_4 + CH_3-CH=CH_2$

butan — metan — propenă

1850 m^3 amestec : metan 27%
etan 19%

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{\text{cracare}} CH_3-CH_3 + CH_2=CH_2$

butan — etan — etenă



100 m^3 amestec : 27 m^3 metan
19 m^3 etan
54 m^3 etenă + propenă

determ. de

1850 m^3 amestec ——— 100%
x ——— 27%

$x = \frac{27 \cdot 1850}{100} = \frac{1850 \cdot 27}{100} = 499{,}5\ m^3$

185 · 27 = 1295 + 370 = 4995

$CH_3-O-CH_2-CH_3$